

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Mémoire de Fin d'Étude

Présenté à

L'Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued

Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

en Télécommunications

Présenté par

BALI Houssam et GADI Abdelouahab

Thème

**Conception et réalisation d'un système de
télésurveillance d'alarmes par SMS via le
réseau GSM**

Soutenu le 28/05/2016, devant le jury composé de :

Mr. BOULILA Mohammed	Maitre-Assistant A	Président
Mr. LAKHDAR Nacereddine	Maitre de Conférences B	Examineur
Mr. HIMA Abdelkader	Maitre-Assistant A	Rapporteur

ANNEE SCOLAIRE 2015/2016

الأهلاء

الى

الوالدين الكريمين

الزوجة العزيزة... والأولاد

كل العائلة... والأصدقاء

أهدي هذا العمل المتواضع

حسام

الأهداء

اهدي هذا العمل المتواضع الى روح والدي الكريم:
اسأل الله ان يتغمده برحمته ويسكنه فسيح جنانه....

الى والدتي العزيزة:
اسأل الله ان يحفظها ويديم عليها الصحة والعافية...

الى الزوجة الكريمة...والاولاد.....

كل اخوتي واخواتي...

جميع اصدقائي....

عبد الوهاب

Remerciements

Toute notre gratitude et remerciement vont à Allah, le clément et le miséricordieux qui nous a donné la force, la patience, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.

Nous tenons à remercier notre encadreur Mr : HIMA. A pour la sollicitude avec laquelle il a suivi et guidé ce travail.

Nos vives gratitude et remerciement vont aussi à Mr : BOULILA. M

et Mr : LAKHDAR. N, pour avoir accepté de nous faire l'honneur le jury de ce mémoire et de bien vouloir l'examiner.

Nous exprimons notre gratitude à tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation : Mr : Medjouri. A, Mr : Aïgou. R, Mr : Chems. A, Mr : Tir. Z...

Un grand merci à toute personne ayant nous aidée et guidée pour la réalisation de Cette étude notamment Mr : Bali. M et Mr : Boudjit. N.

Abdelouahab et Houssam

Avant-propos

La conception et l'implantation d'un système de télésurveillance fait l'objet de ce travail. L'objectif de ce système est de surveiller un tel endroit de toute sorte d'intrusion et d'excès de température.

La station de radionavigation VOR/DME est considéré parmi les très importants équipements de la radionavigation dont l'abri des équipements est situé à une distance du bloc technique, d'où le besoin de l'équiper d'un outil de surveillance capable de détecter les alarmes et réagir rapidement.

Ce besoin devient très pressant suite à plusieurs anomalies et pannes de fonctionnement du système trouvées principalement à cause de l'excès de température à l'intérieur de l'abri (suite aux pannes de climatisation). D'où est née l'idée d'étudier et mettre en place un système intégrant les 2 fonctions ; la détection d'excès de température et la surveillance d'intrusion.

Lors de sa conception, il est tenu à rendre ce système adaptable à n'importe quelle zone à surveiller.

Pour simplifier son usage, le système sera complètement autonome et indépendant de tout autre matériel (ordinateur ou autre). Son fonctionnement demande une petite source d'alimentation électrique (5V), un simple téléphone cellulaire équipé d'une carte SIM, un thermostat pour contrôle de température et un détecteur d'ouverture (interrupteur de fin de course mécanique ou magnétique).

Afin d'avoir un outil évolutif, notre système est conçu de manière le rendant extensible à d'autres éventuelles fonctionnalités.

Table des matières

RESUME	1
ABSTRACT.....	1
GLOSSAIRE	2
INTRODUCTION	6
Chapitre I : Système d’alarmes intrusion et excès de température	8
1. Introduction.....	8
2. C’est quoi une alarme	8
3. Système anti-intrusion	9
3.1. Détecteur anti-intrusion magnétique	9
4. Contrôle excès de température	11
4.1. Régulation par thermostat	12
5. Conclusion	14
Chapitre II : Généralités sur le GSM	15
1. Introduction.....	15
2. Historique	15
2.1. Évolution technologique	16
3. La technologie GSM.....	17
3.1. Le concept cellulaire	17
3.2. Réutilisation des ressources	19
3.3. Synthèse des principales caractéristiques du GSM	20
4. Architecture du réseau	22
4.1. Le sous-système radio	24
4.2. Le sous-système réseau	27
4.3. Le centre d'exploitation et de maintenance	30
5. Acheminement des appels	30
a) Un abonné GSM compose le numéro d'un abonné du réseau fixe :	31
b) Un abonné du réseau fixe veut joindre un abonné du réseau GSM :	31
c) Appel vers un mobile :	32
6. Généralité sur le service des messages courts SMS.....	32

6.1.	Fonctionnement.....	33
7.	Commandes AT.....	35
7.1.	Structure d'une commande AT	36
7.2.	Commandes de base.....	37
7.3.	Commandes générales.....	37
7.4.	Commandes AT pour SMS	38
8.	Conclusion	39
Chapitre III : Conception du système de télésurveillance des alarmes		40
1.	Introduction.....	40
2.	Structure du système	40
2.1.	Principaux éléments constituant des circuits	41
2.2.	Choix des éléments	42
3.	Présentation du microcontrôleur PIC :.....	42
3.1.	Généralité sur le PIC	42
3.2.	Architecture interne	44
3.3.	Horloges de PIC	45
3.4.	Principales caractéristiques du PIC choisi (PIC 16F877A).....	45
3.5.	Choix de l'horloge	46
4.	Conclusion	46
Chapitre IV : Simulation et réalisation		47
1.	Introduction.....	47
2.	Simulation.....	47
2.1.	Liaison série	48
2.2.	Outils software utilisés pour la simulation	50
2.3.	Résultats de la simulation	51
3.	Réalisation du circuit.....	56
3.1.	Principe de fonctionnement du circuit	56
CONCLUSION		58

Annexes

Bibliographie

Table des figures

Figure 1.1 : Détecteur magnétique.....	10
Figure 1.2 : Schéma d'installation d'un détecteur magnétique	11
Figure 1.3 : Thermostat d'ambiance mural «legrand»	12
Figure 1.4 : Thermostat à bilame	12
Figure 1.5 : Thermostat à bulbe	13
Figure 1.6 : Thermostat électronique	13
Figure 2.1 : Concept cellulaire d'un réseau GSM	18
Figure 2.2 : Communication montante et descendante.....	20
Figure 2.3 : Architecture d'un réseau GSM	23
Figure 2.4 : Schéma explicatif d'un réseau GSM	24
Figure 2.5 : Exemple d'antenne GSM.....	27
Figure 2.6 : Envoi d'un SMS depuis un mobile	33
Figure 2.7 : Transfert d'un SMS vers un mobile (étape 1):.....	34
Figure 2.8 : Transfert d'un SMS vers un mobile (étape 2):	34
Figure 2.9 : Transfert d'un SMS vers un mobile (étape 3):	35
Figure 2.10 : Echange des commandes.....	36
Figure 2.11 : Structure d'une commande AT	36

Figure 2.12 : Structure d'une réponse	37
Figure 3.1 : Conception de base d'un système de télésurveillance d'alarmes.....	41
Figure 3.2 : Architecture interne d'un microcontrôleur PIC	44
Figure 3.3 : Oscillateur à quartz.....	46
Figure 4.1 : Schéma de la simulation.....	47
Figure 4.2 : Montage réel de la simulation	48
Figure 4.3 : Schéma fonctionnel de la liaison RS232	49
Table 4.1 : Niveaux logiques avant et après adaptation	49
Figure 4.4 : Format d'une trame de transmission.....	50
Figure 4.5 : Configuration des paramètres pour le port série	52
Figure 4.6 : Configuration des paramètres pour le virtual terminal.....	52
Figure 4.7 : Résultat de la communication	53
Figure 4.8 : Identification du fabricant	53
Figure 4.9 : Lecture du cinquième message en mode Texte.....	54
Figure 4.10 : Simulation en utilisant le PIC.....	54
Figure 4.11 : Organigramme du programme	55
Figure 4.12 : Montage du circuit de réalisation	56

RESUME

Ce travail a pour objet l'étude et la réalisation d'un système de télésurveillance dont les alarmes sont envoyées sous forme de messages SMS préprogrammés à travers le réseau GSM en utilisant une carte SIM. Ce système va s'orienter à la surveillance d'une station de radionavigation à l'aérodrome d'El-Oued/Guemar. Les deux alarmes à contrôler sont l'excès de température intérieure et la détection d'intrusion. Le champ d'application de ce système est très vaste, il peut être utilisé pour surveiller une station, une zone technique ou une aire de production...etc.

ABSTRACT

The aim of this work is to study and realize a remote monitoring system through which alarms are sent in the form of pre-programmed SMS messages through the GSM network by using a SIM card. This system will be oriented to monitoring a radio navigation station in the aerodrome of El-Oued/Guemar. The two parameters to be checked are the internal temperature and intrusion detection. The scope of application of this system is very large, it can be used to monitor a station, a technical zone or production area...etc.

خلاصة

يهدف هذا المشروع إلى دراسة وتصميم نظام إنذار عن بعد بحيث يمكنه إرسال إنذارات على شكل رسائل قصيرة SMS مبرمجة مسبقاً، وذلك من خلال شبكة GSM باستخدام بطاقة SIM. هذا النظام موجه لمراقبة محطة راديو الملاحة المتواجدة بمطار الوادي/ قمار. الإنذاران قصد المراقبة هما الحرارة المفرطة داخل المحطة وكشف الدخلاء. يمكن استخدام هذا النظام في نطاق واسع على غرار مراقبة أي محطة أو مكان تقني أو منطقة إنتاج...الخ.

GLOSSAIRE

AGCH Access Grant Control Channel : Canal utilisé par les BTS pour attribuer un canal de commande dédié à un MS en réponse à un message d'accès reçu sur le canal d'accès aléatoire.

AuC Authentication Center : Centre d'authentification (lié à un HLR) utilisé dans les réseaux GSM.

Authentification : Fonction cryptographique qui consiste à identifier une personne. Cette fonction peut être assurée par différentes implémentations dont PGP par exemple.

BSC Base Station Controller : Station qui contrôle les communications d'un groupe de cellules dans un réseau de communications GSM. Elle concentre le trafic de plusieurs BTS

BTS Base Transceiver Station : Station de base d'un réseau GSM. Elle permet notamment d'émettre et de recevoir un signal radio.

CAO électronique Conception Assistée par Ordinateur électronique : nommée également en anglais EDA (pour Electronic Design Automation), est la catégorie des outils servant à la conception et la production des systèmes électroniques allant des circuits imprimés jusqu'aux circuits intégrés.

CDMA Code Division Multiple Access : Technologie de transmission numérique permettant la transmission de plusieurs flux simultanés par répartition de code. Cette technologie permet une utilisation permanente de la totalité de la bande de fréquences allouée à l'ensemble des utilisateurs. La technologie prévoit un mécanisme d'accès aux ressources.

CEPT Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications : créée le 26 juin 1959 comme entité de coordination entre les organismes des postes et de télécommunications des États européens.

DCS Digital Communication System : Un système GSM porté de la bande de fréquences des 900 [MHz] vers 1800 [MHz]. Le système DCS-1800 a plus de canaux (374) mais les protocoles et services sont quasi identiques.

DME Distance Measuring Equipment

EIR Equipment Identity Register : Identifiant destiné à permettre de désactiver un téléphone mobile (GSM) qui aurait été volé.

ETSI European Telecommunications Standards Institute : Organisme de normalisation européen du domaine des télécommunications. C'est une organisation à but non lucratif dont le rôle est de produire des normes de télécommunications pour le présent et le futur.

FDMA Frequency Division Multiple Access: Technique de répartition de ressources par multiplexage fréquentiel. Cette technique prévoit un mécanisme d'accès aux ressources.

ching Center. Centre de commutation pour mobile semblable à un MSC. Il est placé en bordure de réseau d'un opérateur GSM de manière à permettre l'interconnexion avec d'autres réseaux.

GMSC Gateway Mobile Switching Centre : permet de fournir la fonction EDGE aux réseaux GSM. C'est un équipement réalisant une fonction "passerelle" (*gateway*) avec le réseau téléphonique commuté public (signalisation et circuits) et avec les réseaux IP. Pour les appels vers les mobiles, il interagit avec le HLR pour obtenir des informations de routage et de localisation de l'abonné (pour les appels entrants).

GPRS General Packet Radio Service: Technologie de transmission par paquets facilitant l'accès à Internet à haut débit par GSM. Le débit peut varier de 56 jusqu'à 115 kb/s. Il est également possible d'établir des connexions permanentes

GSM Global System for Mobile Communications: Standard de téléphonie mobile adopté en Europe, en Asie et en Australie

handover Terme désignant le mécanisme par lequel un mobile peut transférer sa connexion d'une station de base vers une autre ou, sur la même station, d'un canal radio vers un autre

HLR Home Location Register : Base de données centrale d'un réseau GSM contenant toutes les informations relatives aux abonnés du réseau (profil, position actuelle)

HSN Hopping Sequence Number : Une classe de paramètres, définis dans la norme GSM, pour configurer la séquence de porteuses utilisées pour des sauts de fréquences.

Hyper trame : L'unité temporelle la plus longue de la hiérarchie GSM. Elle totalise 3 heures, 28 minutes, 53 secondes et 760 millisecondes. Elle est composée de 2048 supertrames, composées elles-mêmes de 1326 multi trames.

IMEI International Mobile station Equipment Identity : Numéro unique identifiant un terminal GSM; il est indépendant du numéro d'abonné et il permet de désactiver un équipement volé

IMSI International Mobile Subscriber Identity : Numéro international unique d'un abonné GSM

ISDN Integrated Services Digital Network : Désigne le réseau téléphonique numérique RNIS

MSISDN Mobile Subscriber ISDN : Numéro d'abonné au réseau GSM. Il est possible d'avoir plusieurs numéros (pour des services différents) au sein d'une seule carte SIM.

PCH Paging Channel : Canal de pagination utilisé par BTS pour paginer le mobile MS (la pagination peut être réalisée par IMSI, TMSI ou IMEI)

PIN Personal Identification Number : Code (mot de passe) nécessaire à chaque connexion d'un GSM au réseau.

PUK PIN Unblocking Key : Code nécessaire au déverrouillage d'une carte SIM.

RACH Random Access Channel : Utilisé par le mobile quand il exige l'accès au système. Cela arrive lorsque le mobile lance un appel ou répond à une pagination.

RTC Réseau téléphonique commuté : réseau historique des téléphones fixes, dans lequel un poste d'abonné est relié à un commutateur téléphonique par une paire de fils alimentée en batterie centrale intégrale (la boucle locale).

SACCH Slow Associated Control Channel : Canal utilisé pour transmettre le contrôle de puissance et les informations de synchronisation dans le sens descendant (vers la MS), et pour RSSI (indicateur de puissance du signal) et les rapports de qualité de liaison dans le sens montant.

SDCCH Stand-alone Dedicated Control Channel : Canal utilisé par un seul MS pour l'établissement d'appel, l'authentification, la mise à jour d'emplacement et le SMS point à point.

SIM Subscriber Identity Module : Micro-processeur implanté dans une carte. Par extension, on parle de la carte SIM. Elle est insérée dans un GSM pour réaliser une série de fonctions et contenir une mini-base de données

SMS Short Message Service : Système permettant l'envoi de messages comprenant au plus 160 caractères (de 7 bits), soit 140 bytes, à un téléphone GSM

TCH Traffic Channel: utilisé pour porter la parole et le trafic de données. Les canaux de trafic sont définis en utilisant un multi trames de 26 trames, ou un groupe de 26 trames TDMA.

TDMA Time Division Multiple Access: Technique de répartition de ressources par multiplexage temporel. Cette technique prévoit un mécanisme d'accès.

UMTS Universal Mobile Telecommunications System : L'une des technologies de téléphonie mobile de troisième génération (3G). Elle est basée sur la technologie W-CDMA. Elle est appelée 3G, pour troisième génération.

VOR VHF Omnidirectional Range : C'est un système de positionnement radioélectrique utilisé en navigation aérienne et fonctionnant avec des fréquences VHF.

INTRODUCTION

Les performances sans cesse améliorées de la télésurveillance et des moyens de communication sans fil, doivent beaucoup à l'avènement du système GSM qui a permis l'instauration d'un réseau mondial de communication.

La sécurité revêt une importance primordiale pour toutes les entreprises, que ce soit par un système de surveillance, un système de contrôle d'accès ou encore un système de protection contre l'excès de température. La surveillance peut être secrète ou évidente. Celle-ci a été toujours présente dans l'histoire humaine.

Le contrôle d'intrusion devient de plus en plus populaire dans beaucoup d'entreprises, toutes catégories confondues. Un système d'alarme contre intrusion peut informer les responsables de présence d'un intrus, même s'ils sont lointains.

La température à l'intérieur des abris dans lesquels des équipements sont installés doit être contrôlée en permanence. Un système d'alarme contre l'excès de température est un dispositif permettant la détection du dépassement de température prééglée de l'endroit surveillé, assurant ainsi les bonnes conditions de fonctionnement des équipements.

Toutefois, l'électronique moderne et la technologie informatique ont apporté à la surveillance un tout nouveau champ d'application. Notre objectif se résume alors à concevoir et réaliser un système de télésurveillance d'alarmes (à distance) permettant l'envoi des messages d'alarmes (sous forme SMS), à travers le réseau GSM, à l'ensemble des destinataires prédéterminés.

Ce mémoire est formé de quatre chapitres, à travers lesquels nous décrivons le travail effectué pour la conception et la réalisation de notre système :

Le premier chapitre nous donne une vue générale sur le système de surveillance d'alarmes de température et d'intrusion existant.

Chapitre deux aborde les différents aspects de communication via le réseau GSM dont nous aurons besoin dans l'élaboration de notre système pour la transmission des messages SMS.

Chapitre trois décrit la phase de conception du système en décrivant les principales composantes constituant ce système tout en justifiant leurs choix.

Le dernier chapitre présente les étapes de simulation à l'aide d'un PC, ainsi les schémas de réalisation et d'implantation du système.

Chapitre I : Système d'alarmes intrusion et excès de température

1. Introduction

La prévention reste une des priorités, dans le domaine de la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement. Les systèmes d'alarme assurent la sécurité de plusieurs zones dans les maisons, lieux de travail, entreprises, collectivités, administrations, habitations et locaux industriels...etc. Un système d'alarme se compose d'un circuit central d'alarme, un circuit de communication et circuits de détection.

2. C'est quoi une alarme

Un système d'alarme est un dispositif de surveillance le plus souvent électronique ou informatique qui permet de signaler un événement comme une intrusion, une tentative de vol ou un danger des piscines (noyades des enfants).

Il est possible de classer les différents signaux d'alarme en trois grandes catégories:

- **Catégorie 1:** signaux indiquant un danger pour la vie, telle qu'une alarme incendie, alarme agression ou alarme noyade de piscine.
- **Catégorie 2:** signaux indiquant un danger pour les biens. Par exemple alarme effraction ou alarme haute température.
- **Catégorie 3:** signaux indiquant une défaillance de l'installation comme alarme perte détecteur.

Par analyse de différentes variables de l'environnement à surveiller, lorsqu'une ou plusieurs variables sont déclarée conformes à une situation non souhaitée, les dispositifs électroniques déclenche une alarme.

Le circuit central est le centre névralgique du système d'alarme qui va suivre et diriger les autres composants du système. Il dispose parfois d'une sirène d'avertissement.

En outre, il est possible de prévoir des extensions de l'installation par option de détecteur.

Dorénavant, on s'intéresse surtout par les deux alarmes suivantes:

- Alarme anti-intrusion.
- Alarme excès de température

3. Système anti-intrusion

Un système anti-intrusion est composé d'une centrale d'alarme, des détecteurs et avertisseurs. Il peut être:

- **Filaire:** un câblage relie les différents appareils entre eux,
- **Radio sans fil** ou **infra-rouge:** les appareils sont alimentés par des piles et communiquent entre eux par des ondes électromagnétiques se propageant dans l'air.
- **Mixte:** les détecteurs sont alimentés par piles, les autres appareils par le courant électrique et communiquent entre eux par ondes radio.

Le système de détection sert à informer la centrale d'une tentative d'intrusion. Il peut être :

- **Périmétrique:** posé sur une porte ou une fenêtre. Il réagit aux vibrations, aux chocs et à l'ouverture ;
- **Volumétrique:** il détecte par infra-rouge (détection de la chaleur émise par un corps humain), par hyperfréquence (détection de mouvement) ou par les deux (bi technologie). Dans ce cas, la détection est validée par une détection de chaleur et une détection de mouvement.

La centrale d'alarme reçoit les informations émises par les détecteurs et les télécommandes. En cas de détection, elle déclenche le fonctionnement des avertisseurs.

Les **sirènes** et les **sirènes-flash** (sirènes accompagnées par un signal lumineux clignotant) sont les principaux éléments d'avertissement. [1]

3.1. Détecteur anti-intrusion magnétique

Il s'agit d'un contact magnétique pour alarme d'ouverture porte et fenêtre. Le détecteur d'ouverture permet de contrôler l'ouverture d'une issue (porte, portail,

fenêtre...). Il doit être placé à l'intérieur des locaux. Il est composé de deux parties à savoir la partie électronique, comprenant la pile, à placer sur le dormant de l'issue, de préférence en partie haute ; et l'aimant du détecteur, à placer sur l'ouvrant de l'issue, en regard de la partie électronique, espacé d'un maximum de 5 mm. À chaque fois que l'aimant est écarté de plus de 5 mm de la partie détection le contact est établi.

3.1.1. Applications :

Alarmes anti intrusion, usage domotique, détection de fenêtre laissée ouverte, systèmes d'anti vol.

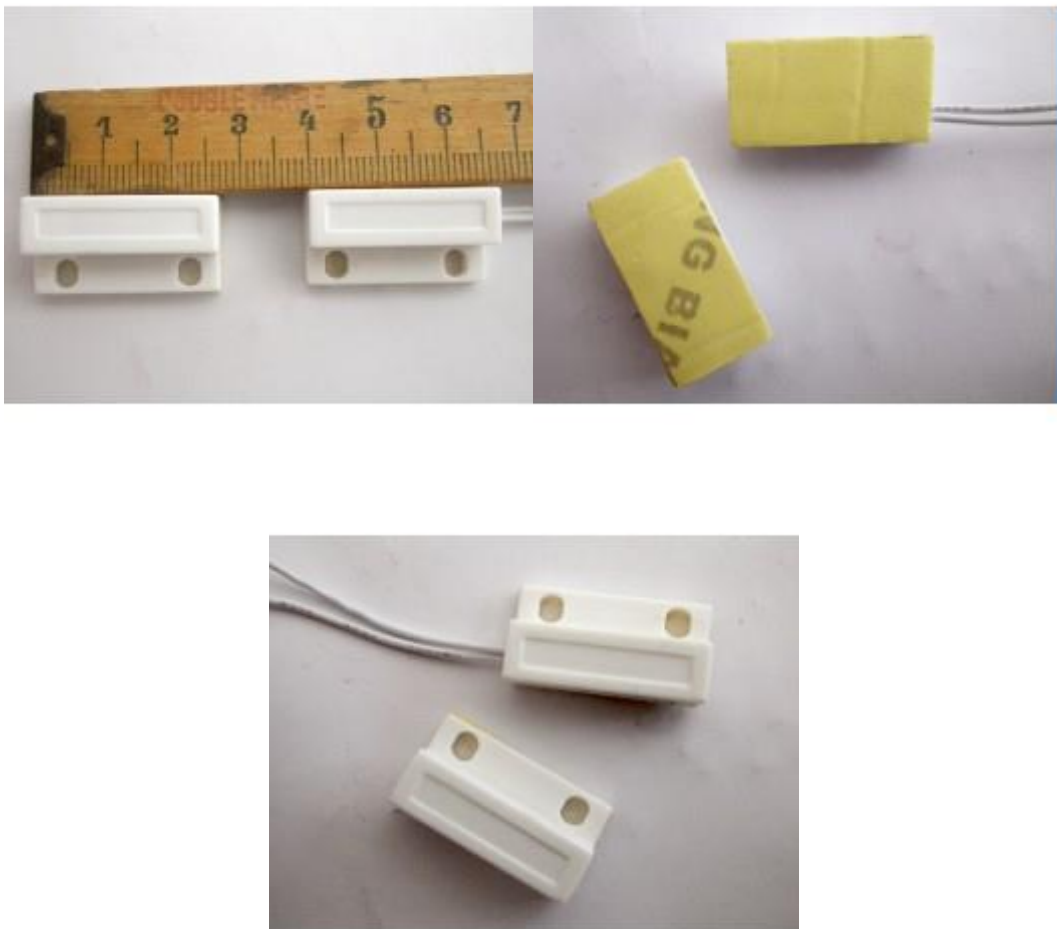


Figure 1.1 : Détecteur magnétique

Le détecteur d'ouverture doit être placé à l'intérieur du local à protéger sur l'un des accès principaux (porte d'entrée) et fixé sur la partie fixe de l'ouverture pour le boîtier principal.

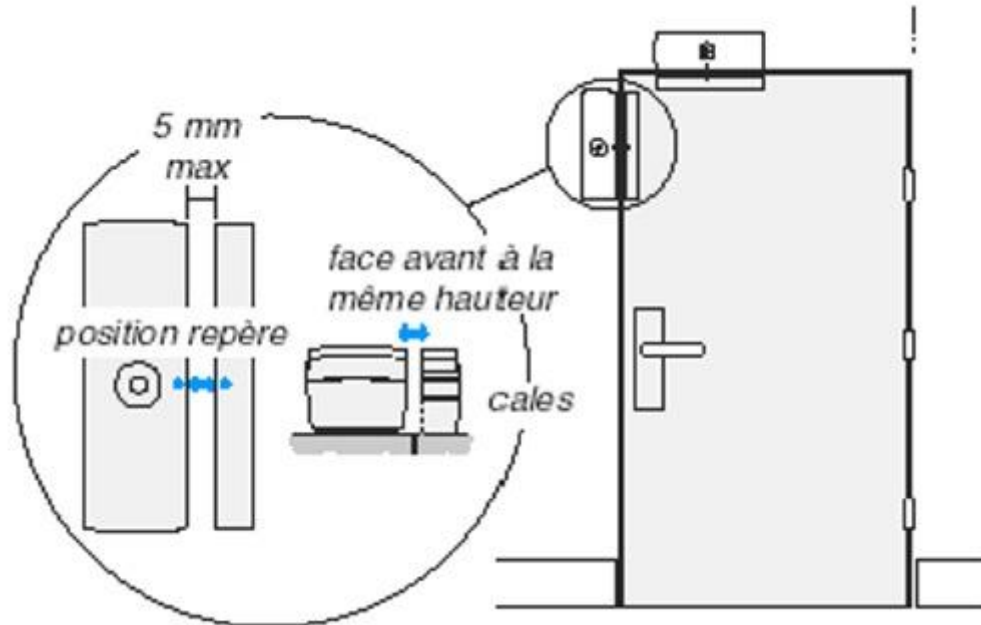


Figure 1.2 : Schéma d'installation d'un détecteur magnétique

4. Contrôle excès de température

Bien que la majorité des équipements soient conçus pour opérer à des températures élevées sans pour autant impacter leur durée de vie, leur performance et leur garantie, une température ambiante moyenne de 23 ° Celsius est habituellement visée.

Tous les composants électroniques sont sensibles à la température. Ils ont des performances médiocres en dehors de certaines limites de température et peuvent être détruits si la température est largement en dehors de ce domaine de fonctionnement. L'influence de la température se manifeste sur :

- Les performances électriques : la température peut être une valeur limite au-delà de laquelle le fonctionnement n'est plus garanti, des dérives des paramètres

provoquent une diminution des performances pouvant aller plus ou moins brutalement jusqu'à la défaillance.

- Le packaging qui est soumis à des gradients de température très importants. Il existe des températures critiques pour lesquelles se produisent des changements d'état, de structure physique...
- Le taux de défauts des composants suit une loi d'Arrhenius en fonction de la température.

De ce fait, l'utilisation des systèmes de refroidissement performants avec contrôle de régulation de température de l'environnement devient donc primordiale. L'utilisation d'un thermostat pour régulation de température est le mot clé du système.

4.1. Régulation par thermostat

Les thermostats permettent de maintenir une température ambiante (air) ou d'un liquide (eau, saumure) à une température définie par la consigne (T° désirée). Ils sont des organes de régulation basique "tout ou rien", qui ferment et ouvrent de simples contacts électriques. Les contacts ne peuvent avoir que deux états: ouvert ou fermé.



Figure 1.3 : Thermostat d'ambiance mural «legrand»

4.1.1. Thermostats à bilame:

Ces thermostats sont constitués de 2 lames de matériaux ayant des coefficients de dilatation différents qui forment le contact. Suivant la température, ces contacts s'éloignent ou se rapprochent. [2]

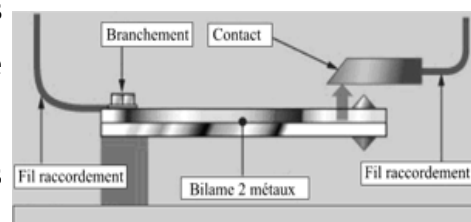


Figure 1.4 : Thermostat à bilame

4.1.2. Thermostats à tension de vapeur :

C'est un fluide contenu dans un organe de détection (bulbe ou membrane) qui par variation de pression entraîne la déformation d'un soufflet agissant sur un contact électrique. [2]

4.1.3. Thermostats à membrane:

L'élément sensible est constitué d'un diaphragme en métal circulaire soudé contenant un fluide qui par dilatation actionne directement le contact. [2]

4.1.4. Thermostats à bulbe:

Le bulbe et le capillaire reliant le thermostat sont appelés "train thermostatique". C'est la pression du train thermostatique qui va par déformation d'un soufflet à ressort agir sur le contact. [2]

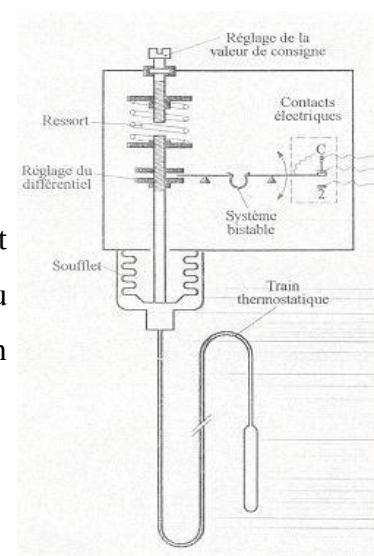


Figure 1.5 : Thermostat à bulbe

4.1.5. Thermostats électroniques:

Ce sont les thermostats qui, en matière de précision et de fonction, sont nettement plus performants que les mécaniques.

Fonctionnement: C'est une sonde dont la valeur ohmique se trouve modifiée en fonction de la température (thermistance), cette valeur est interprétée par l'électronique qui actionne le contact. Un afficheur digital donne des informations telles que la température ambiante et le réglage horaire de fonctionnement, etc... [2]

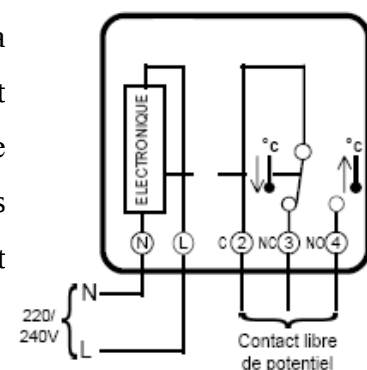


Figure 1.6 : Thermostat électronique

5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu une idée générale sur les différents types d'alarmes, spécialement les deux alarmes qui nous intéressent (intrusion et excès de température), leur principe d'utilisation, ainsi l'importance du système d'alarmes dans les endroits situés à distance afin de les contrôler de tout évènement indésirable, d'où la nécessité du système de télésurveillance.

Chapitre II : Généralités sur le GSM

1. Introduction

Si la téléphonie mobile se banalise aujourd'hui, on le doit à la conjonction de l'avènement du numérique, à l'accroissement des performances des semi-conducteurs et aux différentes avancées technologiques. Mais le facteur déterminant fut sans doute la cristallisation autour de la norme GSM issue d'un effort soutenu de standardisation mené à l'ETSI (Institut européen des normes de télécommunications). Dans cet article, nous passerons en revue différents aspects de la technologie GSM : les éléments de la couche physique, caractérisation de la partie radio, architecture du réseau, etc...

Pour faciliter la lecture, il faut concéder que les acronymes abondent dans ce domaine, un glossaire est fourni au début de ce mémoire.

2. Historique

L'histoire de la téléphonie mobile (numérique) débute réellement en 1982. En effet, à cette date le Groupe Spécial Mobile, appelé GSM2, est créé par la Conférence Européenne des administrations des Postes et Télécommunications (CEPT) afin d'élaborer les normes de communications mobiles pour l'Europe, dont la bande de fréquences de 890 à 915 MHz pour l'émission à partir des stations mobiles et la bande de 935 à 960 MHz pour l'émission à partir des stations fixes.

Il y eut bien des systèmes de mobilophonie analogique (MOB1 et MOB2, arrêté en 1999), mais le succès de ce réseau ne fut pas au rendez-vous.

Les années 80 voient le développement du numérique tant au niveau de la transmission qu'au niveau du traitement des signaux, grâce à un encodage particulier des signaux préalablement à l'envoi dans un canal, et l'obtention de débits de transmission raisonnables pour les signaux (par exemple 9600 bits par seconde [b/s], pour un signal de parole).

Ainsi, en 1987, le groupe GSM fixe les choix technologiques relatifs à l'usage des télécommunications mobiles: transmission numérique, multiplexage temporel des canaux radio, chiffrement des informations ainsi qu'un nouveau codage de la parole.

Il faut attendre 1991 pour que la première communication expérimentale par GSM ait lieu. Au passage, le sigle GSM change de signification et devient Global System for Mobile communications et les spécifications sont adaptées pour des systèmes fonctionnant dans la bande des 1800 MHz.

En Belgique, c'est en 1994 que le premier réseau GSM (l'opérateur proximus) est déployé, Mobistar et Orange (rebaptisé Base) viendront plus tard.

Aujourd'hui, le nombre de numéros attribués pour des communications GSM dépasse largement le nombre de numéros dédiés à des lignes fixes, et cette tendance se poursuit.
[3]

2.1. Évolution technologique

Tel quel, le réseau GSM est adéquat pour les communications téléphoniques de parole. En effet, il s'agit principalement d'un réseau commuté, à l'instar des lignes fixes, et constitué de circuits, c'est-à-dire de ressources allouées pour la totalité de la durée de la conversation. Rien ne fut mis en place pour les services de transmission de données. Or, parallèlement au déploiement du GSM en Belgique, en 1994, la société Netscape allait donner un tour spectaculaire à un réseau de transmission de données, appelé Internet, en diffusant le premier logiciel de navigation grand public, articulé sur le protocole HTTP et communément appelé web.

Comme le réseau GSM ne convenait guère pour la transmission de données, les évolutions récentes ont visé à accroître la capacité des réseaux en matière de débit mais à élargir les fonctionnalités en permettant par exemple l'établissement de communications ne nécessitant pas l'établissement préalable d'un circuit. Pour dépasser la borne des 14400 b/s, débit nominal d'un canal téléphonique basculé en mode de transmission de données, l'ETSI a adopté un nouveau service de données en mode

paquet GPRS (General Packet Radio Service) qui permet l'envoi de données à un débit de 115 kb/s par mise en commun de plusieurs canaux.

D'une certaine manière, le GPRS prépare l'arrivée de la téléphonie de troisième génération, appelée Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), qui permettra d'atteindre un débit de 2 Mb/s.

3. La technologie GSM

3.1. Le concept cellulaire

Les réseaux de première génération possédaient des cellules de grande taille (50 km de rayon) au centre desquelles se situait une station de base (antenne d'émission). Au tout début, ce système allouait une bande de fréquences de manière statique à chaque utilisateur qui se trouvait dans la cellule qu'il en ait besoin ou non. Ce système ne permettait donc de fournir un service qu'à un nombre d'utilisateurs égal au nombre de bandes de fréquences disponibles.

La première amélioration consista à allouer un canal à un utilisateur uniquement à partir du moment où celui-ci en avait besoin permettant ainsi d'augmenter 'statistiquement' le nombre d'abonnés, étant entendu que tout le monde ne téléphone pas en même temps. Mais ce système nécessitait toujours des stations mobiles de puissance d'émission importante (8 W) et donc des appareils mobiles de taille et de poids conséquents. De plus, afin d'éviter les interférences, deux cellules adjacentes ne peuvent pas utiliser les mêmes fréquences. Cette organisation du réseau utilise donc le spectre fréquentiel d'une manière sous-optimale. C'est pour résoudre ces différents problèmes qu'est apparu le concept de cellule.

Le principe de ce système est de diviser le territoire en de petites zones, appelées cellules, et de partager les fréquences radio entre celles-ci. Ainsi, chaque cellule est constituée d'une station de base (reliée au Réseau Téléphonique Commuté, RTC) à laquelle on associe un certain nombre de canaux de fréquences à bande étroite, sommairement nommés fréquences. Comme précédemment, ces fréquences ne peuvent pas être utilisées dans les cellules adjacentes afin d'éviter les interférences. Ainsi, on

définit des motifs, aussi appelés clusters, constitués de plusieurs cellules, dans lesquels chaque fréquence est utilisée une seule fois. La figure 3.1 montre un tel motif, en guise d'exemple. [4]

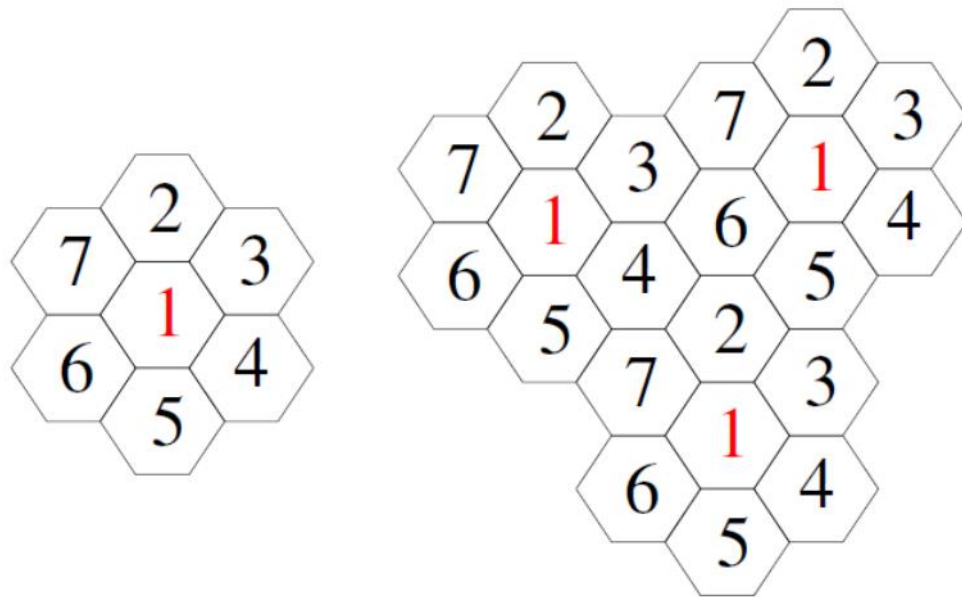


Figure 2.1 : Concept cellulaire d'un réseau GSM

Graphiquement, on représente une cellule par un hexagone car cette forme approche celle d'un cercle. Cependant, en fonction de la nature du terrain et des constructions, les cellules n'ont pas une forme circulaire. De plus, afin de permettre à un utilisateur passant d'une cellule à une autre de garder sa communication, il est nécessaire que les zones de couverture se recouvrent de 10 à 15%, ce qui renforce la contrainte de ne pas avoir une même bande de fréquences dans deux cellules voisines.

Pour éviter les interférences à plus grande distance entre cellules utilisant les mêmes fréquences, il est également possible d'asservir la puissance d'émission de la station de base en fonction de la distance qui la sépare de l'utilisateur. Le même processus du contrôle de la puissance d'émission est également appliqué en sens inverse. En effet, pour diminuer la consommation d'énergie des mobiles et ainsi augmenter leur autonomie, leur puissance d'émission est calculée en fonction de leur distance à la station de base. Grâce à des mesures permanentes entre un téléphone mobile et une

station de base, les puissances d'émission sont régulées en permanence pour garantir une qualité adéquate pour une puissance minimale. [4]

En résumé, une cellule se caractérise par :

- *La puissance d'émission nominale*, ce qui se traduit par une zone de couverture à l'intérieur de laquelle le niveau du champ électrique est supérieur à un seuil déterminé.
- *La fréquence de porteuse* utilisée pour l'émission radioélectrique.
- *Le réseau* auquel elle est interconnectée.

Il faut noter que la taille des cellules n'est pas la même sur tout le territoire, car celle-ci dépend de :

- Le nombre d'utilisateurs potentiels dans la zone.
- La configuration du terrain (relief géographique, présence d'immeubles, . . .).
- La nature des constructions (maisons, buildings, immeubles en béton, . . .).
- La localisation (rurale, suburbaine ou urbaine) et donc de la densité des constructions.

Ainsi, dans une zone rurale où le nombre d'abonnés est faible et le terrain relativement plat, les cellules seront plus grandes qu'en ville où le nombre d'utilisateurs est très important sur une petite zone et l'atténuation due aux bâtiments est forte. Un opérateur devra donc tenir compte des contraintes du relief topographique et des contraintes urbanistiques pour dimensionner les cellules de son réseau.

3.2. Réutilisation des ressources

Par rapport au système de première génération, les cellules étant de taille plus petite, la puissance d'émission est plus faible et le nombre d'utilisateurs peut être augmenté pour une même zone géographique. C'est grâce au principe de réutilisation des fréquences qu'un opérateur peut augmenter la *capacité* de son réseau. En effet, il lui suffit de découper une cellule en plusieurs cellules plus petites et de gérer son plan de fréquences pour éviter toute interférence. Il y a ainsi toute une nomenclature spécifique pour classer les cellules en fonction de leur taille (macro, micro, pico, etc.). [4]

3.3. Synthèse des principales caractéristiques du GSM

La norme GSM prévoit que la téléphonie mobile par GSM occupe deux bandes de fréquences aux alentours des 900 MHz :

- La bande de fréquence 890 à 915 MHz pour les communications montantes (du mobile vers la station de base) et
- La bande de fréquence 935 à 960 MHz pour les communications descendantes (de la station de base vers le mobile).

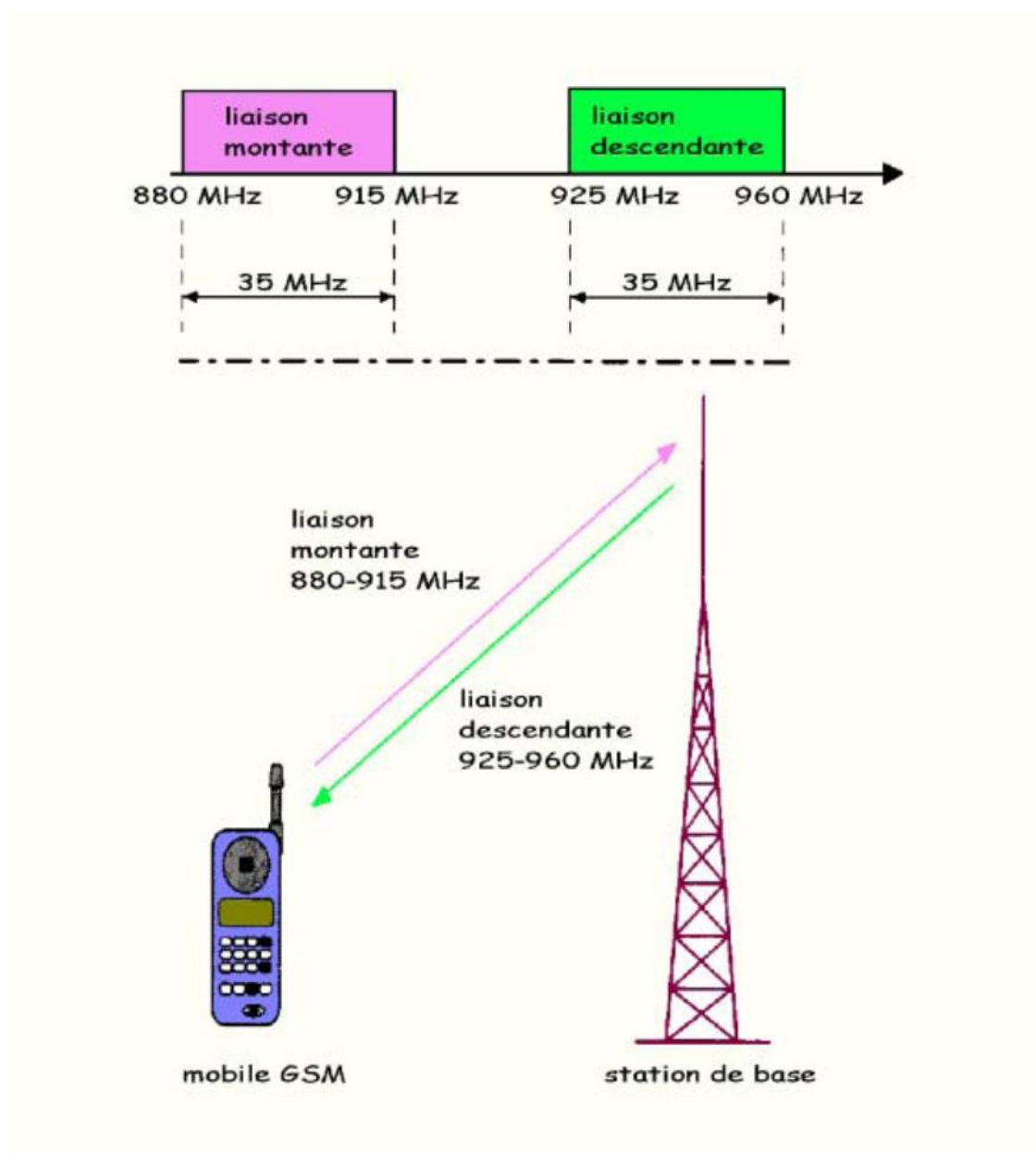


Figure 2.2 : Communication montante et descendante

Comme chaque canal fréquentiel utilisé pour une communication a une largeur de bande de 200 kHz, cela laisse la place pour 124 canaux fréquents à répartir entre les différents opérateurs. Cependant, vu que le nombre d'utilisateurs augmente, il s'est avéré nécessaire d'attribuer une bande supplémentaire aux alentours des 1800 MHz. On a donc porté la technologie GSM 900 MHz vers une bande ouverte à plus haute fréquence.

C'est le système DCS-1800 (Digital Communication System) dont les caractéristiques sont quasi identiques au GSM en matière de protocoles et de services. Les communications montantes se faisant alors entre 1710 et 1785 MHz et les communications descendantes entre 1805 et 1880 MHz.

Connaissant les différents canaux disponibles, il est possible alors d'effectuer un multiplexage fréquentiel, appelé Frequency Division Multiple Access (FDMA), en attribuant un certain nombre de fréquences porteuses par station de base. Un opérateur ne dédie pas pour autant une bande de fréquences par utilisateur, car cela conduirait à un gaspillage de ressources radio étant donné qu'un utilisateur émet par intermittence. De plus, avec un tel système, si une source parasite émet un bruit à une fréquence bien déterminée, le signal qui se trouve dans la bande de fréquence contenant le parasite sera perturbé.

Pour résoudre ces problèmes, on combine le multiplexage en fréquence à un multiplexage temporel appelé Time Division Multiple Access (TDMA) consistant à diviser chaque canal de communication en trames de 8 intervalles de temps. Ainsi, il est possible par exemple de faire parler huit utilisateurs l'un après l'autre dans le même canal. On multiplie donc le nombre de canaux disponibles par unité de temps par huit.

Pour être complet, signalons qu'il existe encore une autre technique de multiplexage appelé Code Division Multiple Access (CDMA), utilisée dans la norme américaine IS-95 promue pour l'UMTS.

Tous les terminaux mobiles fabriqués actuellement sont compatibles avec les 2 normes ; ces terminaux sont appelés bi-bandes ou dual-band. Sur le territoire des États-Unis, aucune des bandes de fréquences précitées n'étaient encore disponibles.

C'est pourquoi le réseau à technologie GSM américain utilise des bandes autour des 1900 MHz. Des terminaux capables d'opérer dans les trois bandes sont appelés tri-bandes. [4]

4. Architecture du réseau

L'architecture d'un réseau GSM peut être divisée en trois sous-systèmes :

- Le sous-système radio contenant la station mobile, la station de base et son contrôleur.
- Le sous-système réseau ou d'acheminement.
- Le sous-système opérationnel ou d'exploitation et de maintenance.

Les éléments de l'architecture d'un réseau GSM sont repris sur le schéma de la figure ci-dessous :

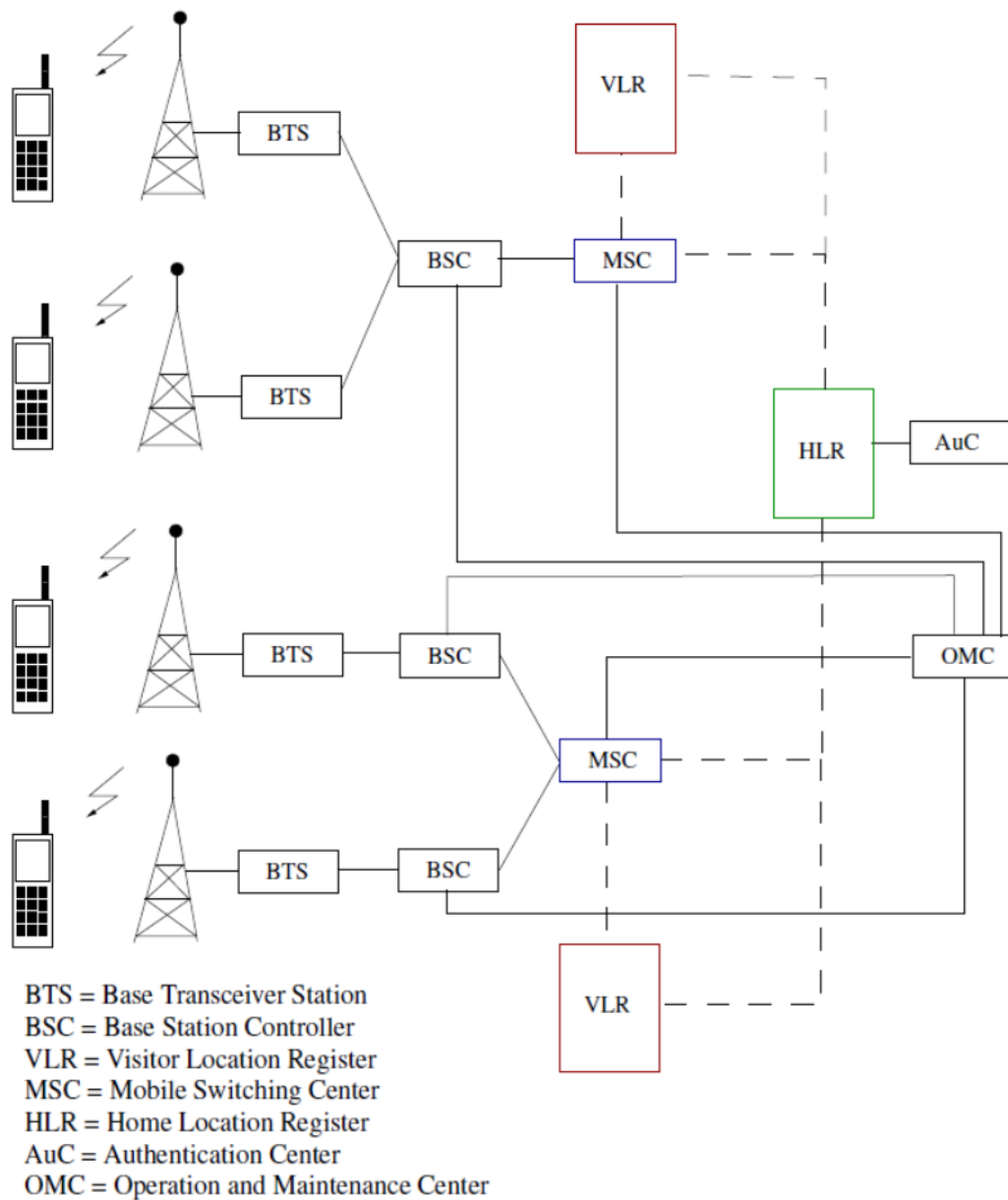


Figure 2.3 : Architecture d'un réseau GSM

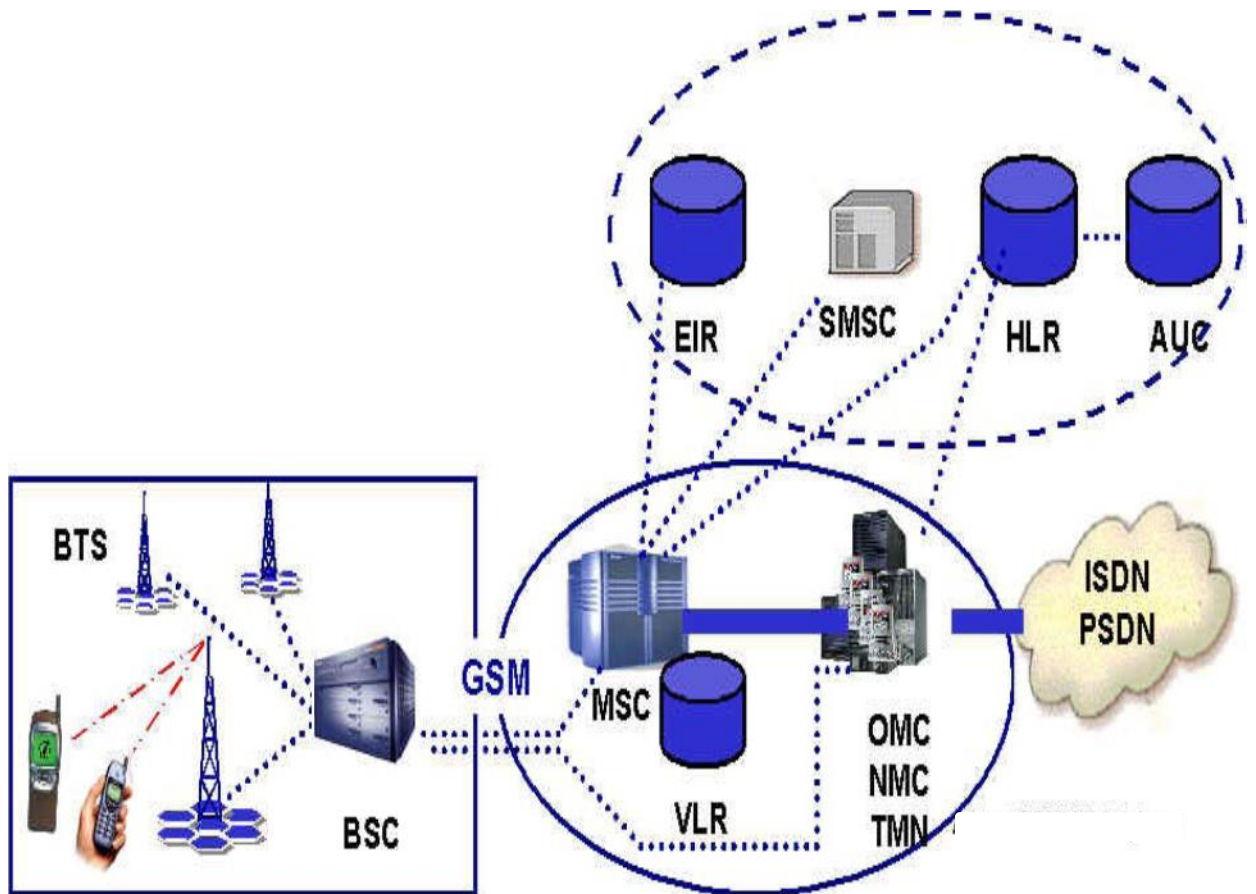


Figure 2.4 : Schéma explicatif d'un réseau GSM

4.1. Le sous-système radio

Le sous-système radio gère la transmission radio. Il est constitué de plusieurs entités dont le mobile, la station de base BTS (Base Transceiver Station) et un contrôleur de station de base BSC (Base Station Controller). [5]

4.1.1. Le mobile (Mobile Station MS) :

Le téléphone et la carte SIM (Subscriber Identity Module) sont les deux seuls éléments auxquels un utilisateur a directement accès. Ces deux éléments suffisent à réaliser l'ensemble des fonctionnalités nécessaires à la transmission et à la gestion des déplacements.

La principale fonction de la carte SIM est de contenir et de gérer une série d'informations. Elle se comporte donc comme une mini-base de données dont les principaux champs sont fournis dans le tableau ci-dessous :

Paramètres	Commentaires
<i>Données administratives</i>	
PIN/PIN2	Mot de passe demandé à chaque connexion
PUK/PUK2	Code pour débloquer une carte
Language	Langue choisie par l'utilisateur
<i>Données liées à la sécurité</i>	
Clé K_i	Valeur unique, connue de la seule carte SIM et du HLR
CKSN	Séquence de chiffrement
<i>Données relatives à l'utilisateur</i>	
IMSI	Numéro international de l'abonné
MSISDN	Numéro d'appel d'un téléphone GSM
<i>Données de "roaming"</i>	
TMSI	Numéro attribué temporairement par le réseau à un abonné
Location updating status	Indique si une mise à jour de la localisation est nécessaire
<i>Données relatives au réseau</i>	
Mobile Country Code (MCC), Mobile Network Code (MNC), etc	Identifiants du réseau mobile de l'abonné
Numéros de fréquence absolus	Fréquences utilisées par le PLMN

Tableau 2.1 : Liste partielle des informations contenues dans une carte SIM

L'identification d'un mobile s'effectue exclusivement au moyen de la carte SIM. En effet, elle contient des données spécifiques comme le code PIN (Personal Identification Number) et d'autres caractéristiques de l'abonné, de l'environnement radio et de l'environnement de l'utilisateur.

L'identification d'un utilisateur est réalisée par un numéro unique IMSI (International Mobile Subscriber Identity) différent du numéro de téléphone connu de l'utilisateur MSISDN (Mobile Station ISDN Number), tous deux étant incrustés dans la carte SIM. [5]

4.1.2. La station de base (BTS) :

La station de base est l'élément central que l'on pourrait définir comme un ensemble émetteur/récepteur pilotant une ou plusieurs cellules. Dans le réseau GSM, chaque cellule principale au centre de laquelle se situe une station de base peut-être divisée,

grâce à des antennes directionnelles, en plus petites cellules qui sont des portions de celle de départ et qui utilisent des fréquences porteuses différentes. En Belgique, il est fréquent d'avoir des antennes tri-sectorielles, qui couvrent un peu plus de 120 degrés. Ces antennes ont l'allure de paires de segments verticaux, disposées en triangle (cf. figure 3.5).

C'est la station de base qui fait le relais entre le mobile et le sous-système réseau. Comme le multiplexage temporel est limité à 8 intervalles de temps, une station de base peut gérer tout au plus huit connections simultanées par cellule. Elle réalise les fonctions de la couche physique et de la couche liaison de données.

En cas de besoin, on peut exploiter une station de base localement ou par télécommande à travers son contrôleur de station de base. [5]

4.1.3. Le contrôleur de station de base (BSC) :

Le contrôleur de station de base gère une ou plusieurs stations de base et communique avec elles par le biais de l'interface A-bis. Ce contrôleur remplit différentes fonctions tant au niveau de la communication qu'au niveau de l'exploitation.

Pour les fonctions des communications des signaux en provenance des stations de base, le BSC agit comme un concentrateur puisqu'il transfère les communications provenant des différentes stations de base vers une sortie unique.

Dans l'autre sens, le contrôleur commute les données en les dirigeant vers la bonne station de base.

Le BSC remplit, en même temps, le rôle de relais pour les différents signaux d'alarme destinés au centre d'exploitation et de maintenance. Il alimente aussi la base de données des stations de base.

Enfin, une dernière fonctionnalité importante est la gestion des ressources radio pour la zone couverte par les différentes stations de base qui y sont connectées. En effet, le contrôleur gère les transferts intercellulaires des utilisateurs dans sa zone de couverture.

C'est-à-dire quand une station mobile passe d'une cellule à une autre, il doit alors communiquer avec la station de base qui va prendre en charge l'abonné et lui communiquer les informations nécessaires tout en avertissant la base de données locale VLR (Visitor Location Register) de la nouvelle localisation de l'abonné.

C'est donc un maillon très important de la chaîne de communication et il est, de plus, le seul équipement de ce sous-système à être directement gérable (via l'interface X25 qui le relie au sous-système d'exploitation et de maintenance). [5]



Figure 2.5 : Exemple d'antenne GSM

4.2. Le sous-système réseau

Le sous-système réseau, appelé *Network Switching Center* (NSS), joue un rôle essentiel dans un réseau mobile. Alors que le sous-réseau radio gère l'accès radio, les éléments du

NSS prennent en charge toutes les fonctions de contrôle et d'analyse d'informations contenues dans des bases de données nécessaires à l'établissement de connexions utilisant une ou plusieurs des fonctions suivantes : chiffrement, authentification ou roaming. [5]

Le NSS est constitué de :

- ✓ *Mobile Switching Center (MSC)*
- ✓ *Home Location Register (HLR) / Authentication Center (AuC)*
- ✓ *Visitor Location Register (VLR)*
- ✓ *Equipment Identity Register (EIR)*

4.2.1. Le centre de commutation mobile (MSC) :

Le centre de commutation mobile est relié au sous-système radio via l'interface A. Son rôle principal est d'assurer la commutation entre les abonnés du réseau mobile et ceux du réseau commuté public (RTC) ou de son équivalent numérique, le réseau RNIS (ISDN en anglais). D'un point de vue fonctionnel, il est semblable à un commutateur de réseau ISDN, mis à part quelques modifications nécessaires pour un réseau mobile.

De plus, il participe à la fourniture des différents services aux abonnés tels que la téléphonie, les services supplémentaires et les services de messagerie. Il permet encore de mettre à jour les différentes bases de données (HLR et VLR) qui donnent toutes les informations concernant les abonnés et leur localisation dans le réseau.

Les commutateurs MSC d'un opérateur sont reliés entre eux pour la commutation interne des informations. Des MSC servant de passerelle (*Gateway Mobile Switching Center*, GMSC) sont placées en périphérie du réseau d'un opérateur de manière à assurer une interopérabilité entre réseaux d'opérateurs. [5]

4.2.2. L'enregistreur de localisation nominale (HLR) :

Il existe au moins un enregistreur de localisation (HLR) par réseau mobile. Il s'agit d'une base de données avec des informations essentielles pour les services de téléphonie mobile et avec un accès rapide de manière à garantir un temps d'établissement de connexion aussi court que possible.

Le HLR contient :

- Toutes les informations relatives aux abonnés : le type d'abonnement, la clé d'authentification Ki (connue d'un seul HLR et d'une seule carte SIM), les services souscrits, le numéro de l'abonné (IMSI), etc.
- Ainsi qu'un certain nombre de données dynamiques telles que la position de l'abonné dans le réseau (son VLR) et l'état de son terminal (allumé, éteint, en communication, libre, ...). Les données dynamiques sont mises à jour par le MSC. Cette base de données est souvent unique pour un réseau GSM et seules quelques personnes y ont accès directement.

Le centre d'authentification (AuC) : Lorsqu'un abonné passe une communication, l'opérateur doit pouvoir s'assurer qu'il ne s'agit pas d'un usurpateur. Le centre d'authentification remplit cette fonction de protection des communications. Pour ce faire, les normes GSM prévoient deux mécanismes :

- ✓ Le chiffrement des transmissions radio. Il s'agit d'un chiffrement faible, qui ne résiste pas longtemps à la crypto-analyse.
- ✓ L'authentification des utilisateurs du réseau au moyen d'une clé Ki, qui est à la fois présente dans la station mobile et dans le centre d'authentification. Grâce à ce mécanisme d'authentification, un VLR peut accueillir un mobile appartenant à un autre réseau (moyennant un accord préalable entre opérateurs de réseau !) sans qu'il ne soit nécessaire de divulguer la clé de chiffrement du mobile.

On peut dès lors distinguer trois niveaux de protection :

1. La carte SIM qui interdit à un utilisateur non enregistré d'avoir accès au réseau.
2. Le chiffrement des communications destiné à empêcher l'écoute de celles-ci.
3. La protection de l'identité de l'abonné. [5]

4.2.3. L'enregistreur de localisation des visiteurs (VLR) :

Cette base de données ne contient que des informations dynamiques et est liée à un MSC. Il y en a donc plusieurs dans un réseau GSM. Elle contient des données

dynamiques qui lui sont transmises par le HLR avec lequel elle communique lorsqu'un abonné entre dans la zone de couverture du centre de commutation mobile auquel elle est rattachée. Lorsque l'abonné quitte cette zone de couverture, ses données sont transmises à un autre VLR ; les données suivent l'abonné en quelque sorte. [5]

4.2.4. L'enregistreur des identités des équipements (EIR) :

Malgré les mécanismes introduits pour sécuriser l'accès au réseau et le contenu des communications, le téléphone mobile doit potentiellement pouvoir accueillir n'importe quelle carte SIM de n'importe quel réseau. Il est donc imaginable qu'un terminal puisse être utilisé par un voleur sans qu'il ne puisse être repéré.

Pour combattre ce risque, chaque terminal reçoit un identifiant unique (*International Mobile station Equipment Identity*, IMEI) qui ne peut pas être modifié sans altérer le terminal. En fonction de données au sujet d'un terminal, un opérateur peut décider de refuser l'accès au réseau. Tous les opérateurs n'implémentent pas une telle base de données. [5]

4.3. Le centre d'exploitation et de maintenance

Cette partie du réseau regroupe trois activités principales de gestion : la gestion administrative, la gestion commerciale et la gestion technique.

Le réseau de maintenance technique s'intéresse au fonctionnement des éléments du réseau. Il gère notamment les alarmes, les pannes, la sécurité, ... etc. Ce réseau s'appuie sur un réseau de transfert de données, totalement dissocié du réseau de communication GSM. [5]

5. Acheminement des appels

Illustrons brièvement le fonctionnement des entités d'un réseau en traitant deux scénarios typiques simplifiés entre un réseau mobile et un réseau fixe :

a) Un abonné GSM compose le numéro d'un abonné du réseau fixe :

Sa demande arrive d'abord au BTS de la cellule puis passe à travers le BSC et arrive enfin au MSC qui vérifie les droits de l'abonné (autorisation d'accéder à ce service, état de l'abonnement, . . .). Si l'abonné remplit les conditions, le MSC transmet l'appel au réseau public et demande au BSC de réserver un canal pour la communication. Il ne reste alors plus qu'à attendre que le poste fixe soit décroché pour que la communication soit établie. [6]

b) Un abonné du réseau fixe veut joindre un abonné du réseau GSM :

Le fonctionnement est plus complexe car l'opérateur GSM n'alloue des ressources à un abonné que lorsque celui reçoit ou émet un appel.

Le numéro composé sur le poste fixe est tout d'abord aiguillé vers le réseau de l'abonné GSM. La demande de connexion est interprétée par un commutateur passerelle entrant du réseau GSM, il s'agit d'un GMSC. Le numéro formé par l'abonné du réseau fixe n'est pas utilisé tel quel pour commuter la communication. A l'instar des numéros verts ou des numéros d'urgence, il y a un mécanisme qui, au droit du GMSC, va convertir le numéro de l'abonné en un autre numéro attribué dynamiquement en fonction de la position de l'utilisateur. C'est à base de ce numéro dynamique que l'appel sera redirigé dans le réseau GSM.

Concrètement, le HLR est interrogé afin de connaître la position de l'utilisateur du réseau mobile ainsi que son état (libre, occupé, éteint). Si le mobile est dans l'état libre, le réseau interroge alors le VLR de la zone pour savoir dans quelle cellule le mobile se situe. Ainsi, le BSC de la zone demande aux différentes stations de base de sa zone de diffuser un avis d'appel. Comme le mobile est libre, le destinataire écoute le réseau et s'aperçoit qu'on tente de le joindre et la sonnerie du terminal est activée. Une fois que l'utilisateur a décroché, un canal de communication est alloué à l'appel et les bases de données VLR et HLR sont mises à jour. [6]

c) Appel vers un mobile :

L'appel s'effectue comme précédemment, un canal est ouvert entre le GMSC et le mobile via le VLR-MSC dont dépend ce dernier :

1. Recherche de l'abonné décidée par le MSC et diffusée par toutes les BTS de la zone de localisation sur leur canal de pagination PCH.
2. Réponse du mobile sur le canal RACH réservé à cet effet. La BTS informe le BSC d'un nouvel arrivant. En réponse, elle reçoit l'ordre de réserver pour ce mobile un canal de signalisation dont toutes les caractéristiques sont précisées dans le message.
3. Basculement sur un canal dédié de signalisation : le mobile est informé sur le canal commun AGCH qu'il doit basculer sur le canal dédié SDCCH.
4. Etablissement de la connexion sur le canal dédié pour un appel entrant.
5. Procédure d'authentification, de chiffrement et éventuellement d'identification.
6. Acheminement du numéro jusqu'à l'appelé et confirmation par le mobile.
7. Basculement sur un canal dédié de trafic TCH+SACCH.
8. Libération du lien SDCCH.
9. Avertissement de la sonnerie jusqu'au décrochage par l'appelé.
10. Fin de connexion au niveau des couches hautes du protocole.
11. Fin de connexion du lien radio : libération de TCH par basculement sur SDCCH ensuite relâchement de ce dernier canal.
12. Fin de connexion au niveau des couches basses du protocole. [6]

6. Généralité sur le service des messages courts SMS

Le service de messages courts SMS (*Short Messages Service*) nécessite la mise en place d'un certain nombre de serveurs sur le réseau (SC : *Service Center*). Ces serveurs permettent de sauvegarder et de retransmettre les SMS jusqu'à ce que le destinataire puisse effectivement recevoir les messages (s'il n'est pas couvert par le réseau par exemple). Un SC ne fait pas partie intégrante du réseau, mais il est souvent intégré au MSC. [3]

6.1. Fonctionnement

La fonction passerelle SMS-GMSC permet de router les messages vers le VMSC (*Visited MSC*) en interrogeant le HLR. Un message émis d'un mobile est lui acheminé vers le MSC qui a la fonctionnalité SC. Ce MSC porte le nom de SMS-IWMSC (*Short Message Service- InterWorking MSC*). Les procédures d'acheminement des SMS sont similaires à celles des appels téléphoniques (MAP). [3]

6.1.1. Envoi d'un SMS depuis un mobile :

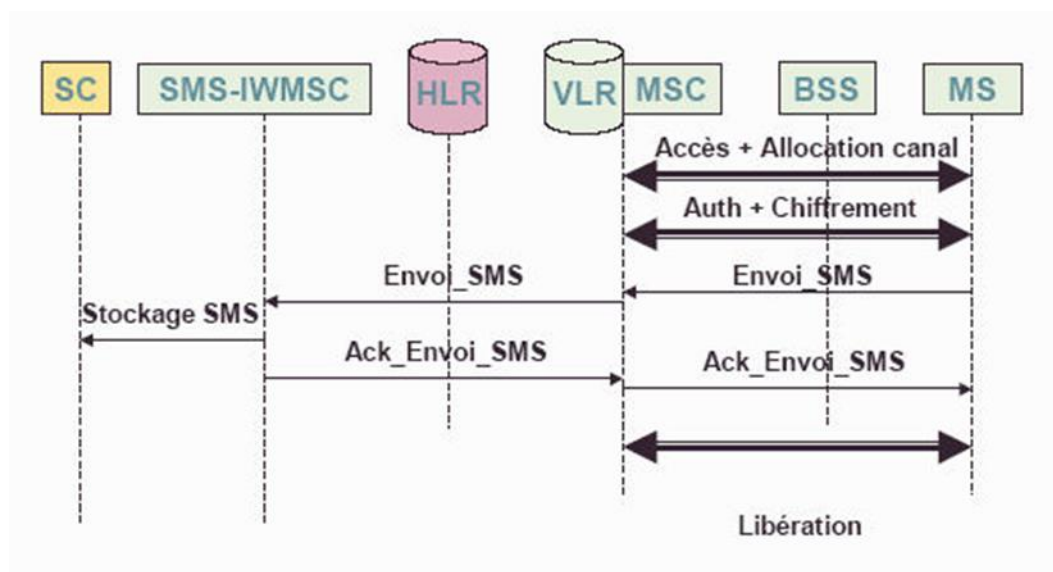


Figure 2.6 : Envoi d'un SMS depuis un mobile

6.1.2. Transfert d'un SMS vers un mobile :

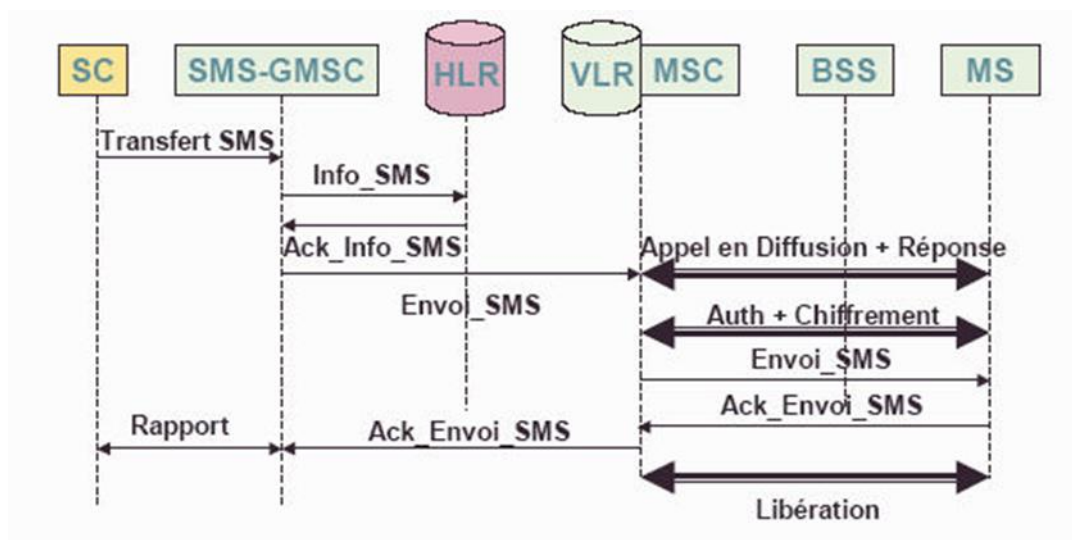


Figure 2.7 : Transfert d'un SMS vers un mobile (étape 1):

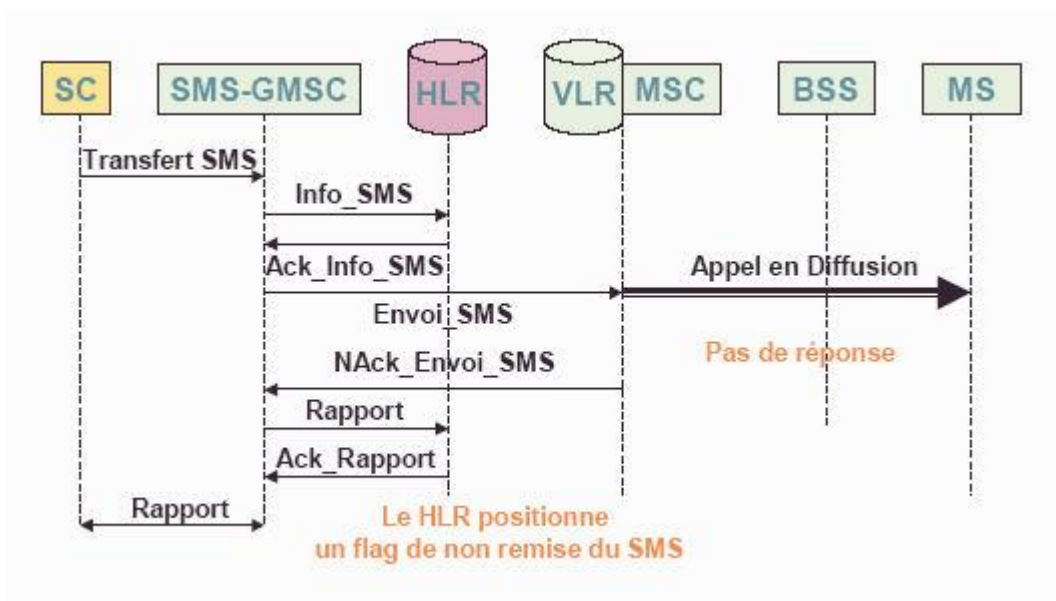


Figure 2.8 : Transfert d'un SMS vers un mobile (étape 2):

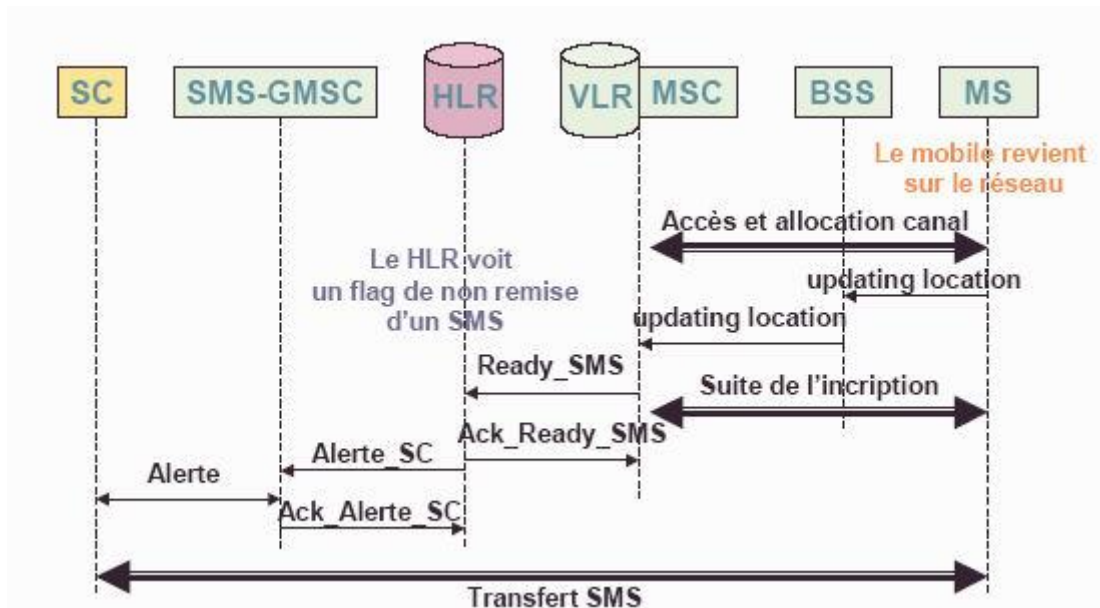


Figure 2.9 : Transfert d'un SMS vers un mobile (étape 3):

7. Commandes AT

Les commandes AT sont des instructions utilisées pour commander un modem. AT est l'abréviation de ATtention. Ces 2 caractères "AT" ou "at" sont toujours présents pour commencer une ligne de commande sous forme de texte encodé en ASCII (c'est pour cette raison que les commandes modem sont appelées les commandes AT). La plupart des commandes qui sont utilisées pour contrôler un modem commuté filaire telles que ATD (*Dial*), ATA (*Answer*) sont soutenues par les modems.

A part l'ensemble des commandes AT communes, les modems GSM et les mobiles soutiennent un ensemble, de commandes AT, spécifique à la technologie GSM (norme GSM 07.07) qui comprend des commandes orientées SMS comme AT+CMGS (*Send SMS Message*), AT+CMSS (*Send SMS Message from Storage*), AT+CMGL (*List SMS Messages*) ou AT+CMGR (*Read SMS Messages*) (cf. norme GSM 07.05).

Trois entités sont définies :

- **TE** : Terminal Equipment (envoi et affiche les commandes).

- **TA** : Terminal Adapter (interface entre l'utilisateur et le mobile).
- **ME** : Mobile Equipment.

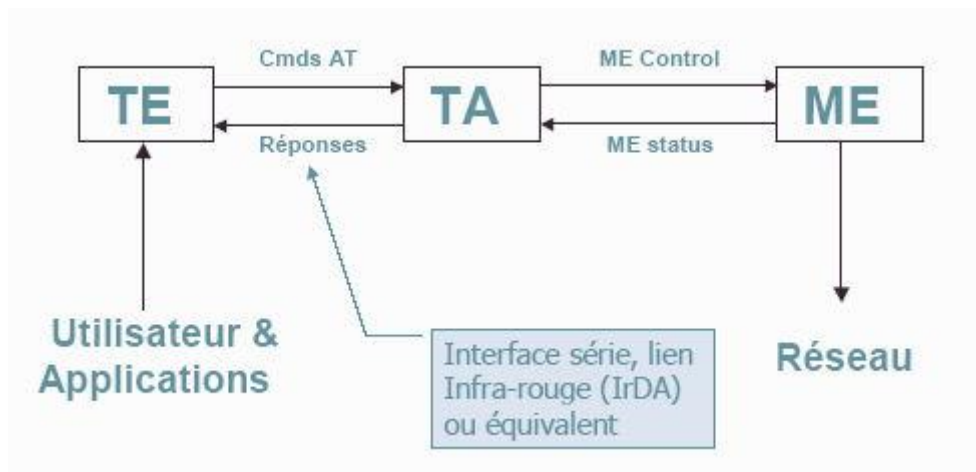


Figure 2.10 : Echange des commandes

7.1. Structure d'une commande AT

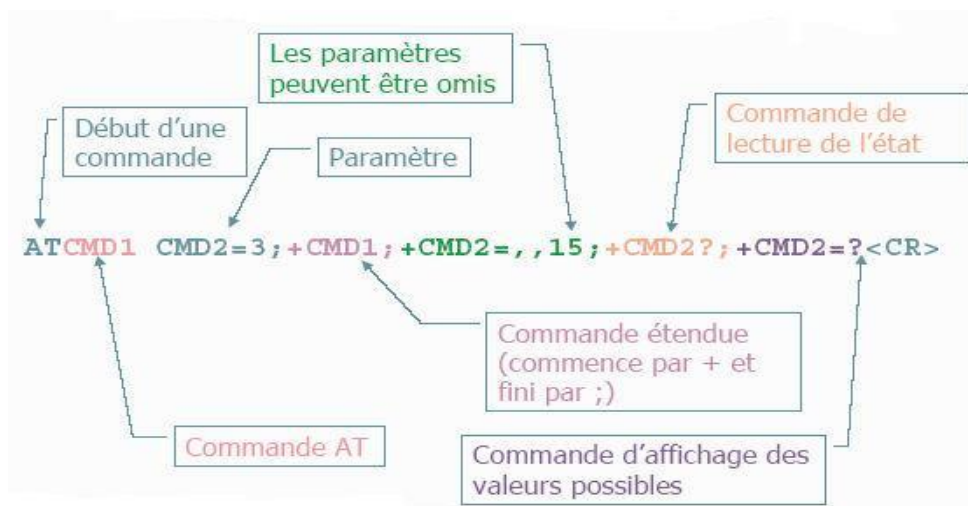


Figure 2.11 : Structure d'une commande AT

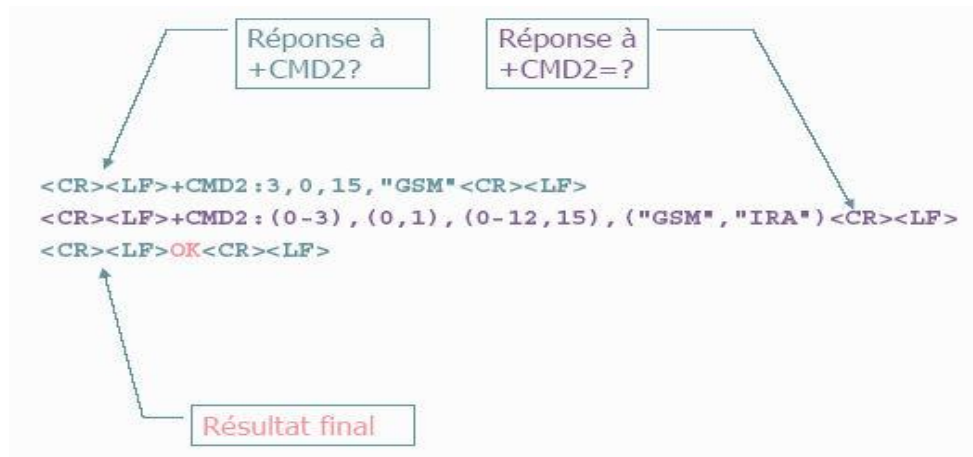


Figure 2.12 : Structure d'une réponse

7.2. Commandes de base

- AT : Vérification de la connexion, TA doit répondre par « OK ».
- ATI : Affichage des paramètres du TA.
- ATZ : Chargement des paramètres par défaut mémorisés par l'utilisateur (initialisation).
- AT&F : Chargement des paramètres par défaut mémorisés par le fabricant (initialisation).

Commandes de gestion d'un appel :

- ATD : Envoi d'un appel vocal ou autre.
- ATT : Numérotation fréquentielle.
- ATP : Numérotation par impulsions.
- ATA : Décroche la ligne lors d'un appel en cours.
- ATH : Raccroche la communication en cours.

7.3. Commandes générales

- AT+CGMI : Nom du constructeur du ME.
- AT+CGMM : Identification du modèle du ME.
- AT+CGMR : Version et niveau du modèle de ME

- AT+CGSN : Identification IMEI.

Fonctions spéciales réseau :

- AT+CNUM : Numéro MSISDN de l'utilisateur.
- AT+CREG : Informations d'enregistrement sur le réseau.
- AT+COPN, AT+COPS : Liste et sélection d'un opérateur.
- AT+CLCK : Blocage ou déblocage du ME.
- AT+CPWD : Définition du mot de passe pour +CLCK.
- AT+CLIP, AT+COLP : Identification de l'appel.
- AT+CLIR : Restriction d'identification de l'appel.
- AT+CCUG : Groupement d'appels.
- AT+CCFC : Conditions de renvoi d'appels.
- AT+CCWA : Gestion des appels en attente.
- AT+CSSN : Affichage des informations de services supplémentaires.
- AT+CLCC : Liste des appels en cours.

7.4. Commandes AT pour SMS

- AT+CSMS : Sélection du service de message.
- AT+CPMS : Sélection de la mémoire de stockage.
- AT+CMGF : Sélection du format des messages.
 - 0 : mode PDU (défaut). 1 : mode Texte.
- AT+CSCA : Sélection de l'adresse du centre du service de messagerie.
- AT+CMGR : Lecture des messages.
- AT+CMGS : Envoi des messages
- AT+CMGW : Ecriture des messages en mémoire.
- AT+CMGD : Effacement des messages.
- AT+CNMI : Indication de nouveaux messages.
- AT+CMGL : Liste des messages.

8. Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons présenté les spécifications techniques dont nous aurons besoin pour comprendre et faire fonctionner un module de transmission via le réseau GSM. Ainsi des notions générales sur les commandes AT et leurs significations spécialement pour ceux en relation avec la communication Voix et SMS.

Le principe de fonctionnement, les fonctionnalités du système conçu et tout ce qui a rapport avec la conception du système sera étudié en détail dans les chapitres suivants.

Chapitre III : Conception du système de télésurveillance des alarmes

1. Introduction

L'installation d'un système d'alarme exige de bonnes connaissances techniques dans sa conception et dans le fonctionnement de ses composants. L'installateur doit également disposer de tout le savoir-faire nécessaire relatif à la conception afin que l'installation fonctionne correctement et ne déclenche pas de fausses alarmes.

2. Structure du système

Le système de télésurveillance des alarmes est constitué de plusieurs modules (cf. figure 3.1), chacun accomplit une ou plusieurs fonctions qui lui sont propres. On y distingue :

- Le circuit central qui prend en charge la commande et la réception des états et instructions des autres modules. C'est lui qui gère et maintient le fonctionnement du circuit. Tous les capteurs sont connectés à ce module.
- Le circuit d'alarmes qui est principalement constitué de deux détecteurs : intrusion et contrôle de température.
- Le circuit de télécommunication qui sert à assurer le transfert des informations concernant l'état de l'alarme aux personnes, désignées préalablement, à travers le réseau GSM. Il est constitué d'un téléphone portable avec une carte SIM GSM active.

Le déclenchement d'une alarme provoque l'envoi d'un message SMS approprié par le mobile vers toutes les personnes concernées, en composant les numéros de téléphone prédéterminés dans le système, pour qu'elles soient tenues informées de la situation d'alarme.

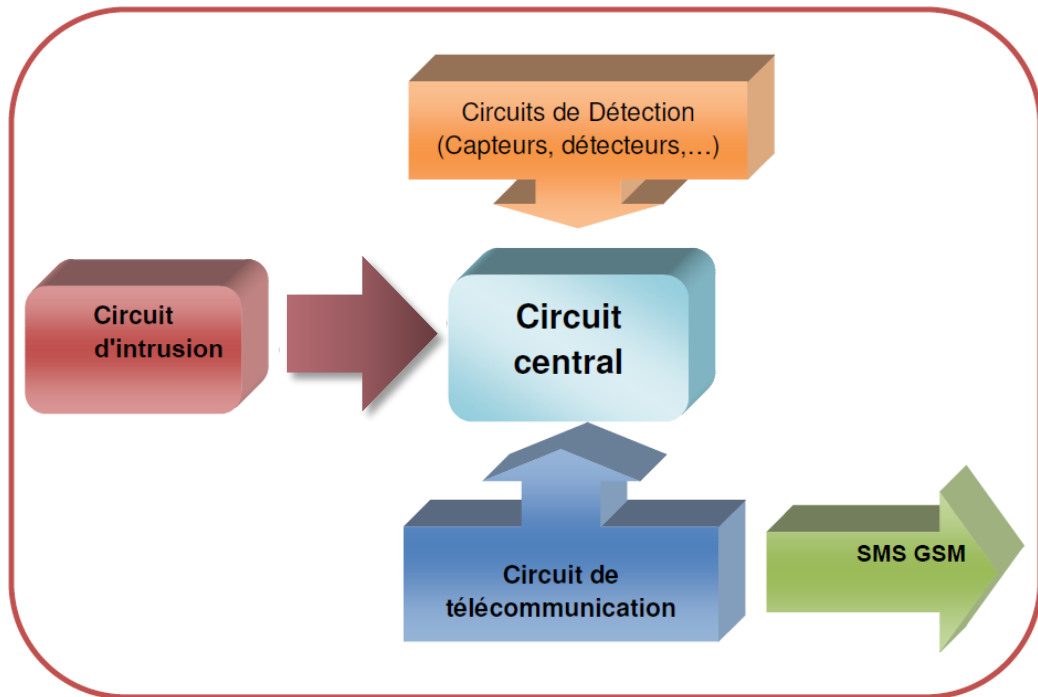


Figure 3.1 : Conception de base d'un système de télésurveillance d'alarmes

2.1. Principaux éléments constituant des circuits

2.1.1. *Circuit central :*

Il constitue le cœur du système. Il est le maître des autres circuits, depuis lesquels il reçoit les informations et vers lesquels il envoie ses commandes. Il contient essentiellement d'un microcontrôleur PIC, ce dernier considéré comme le cerveau du mécanisme qui peut gérer tout genre d'alarme et envoyer des messages préprogrammés.

2.1.2. *Circuit d'intrusion :*

Ayant le rôle de contrôler l'accès à un endroit à protection renforcée, ce circuit vérifie l'ouverture de la porte avec un dispositif de détection magnétique.

2.1.3. *Circuit de contrôle de température :*

Il sert à contrôler l'excès de la température locale (à l'intérieure de l'abri).

2.1.4. Circuit de télécommunications :

Suite à un changement d'état du système (déclenchement d'alarme excès de température, tentation d'intrusion, ...), ce circuit reçoit une instruction, de la part du circuit central, d'envoyer un message SMS via le réseau GSM aux destinataires désignés auparavant (responsables, agents de maintenance,...etc.) pour leur signaler l'état d'alarme.

2.2. Choix des éléments

Les éléments essentiels pour réaliser ce projet sont les suivants :

- Un microcontrôleur PIC 16F877.
- Un téléphone mobile doté d'une carte SIM fonctionnelle
- Interface RS 232

Le choix du microcontrôleur repose sur plusieurs critères :

- Nombre d'entrées sorties. Le microcontrôleur doit pouvoir se connecter à:
 - L'ensemble des détecteurs (intrusion, excès de température...etc.)
 - Le modem GSM du mobile
 - Autres E/S.
- Capacité suffisante des mémoires pour éviter d'avoir recours à des mémoires externes.
- Interfaces intégrés permettant la communication avec l'extérieur.

3. Présentation du microcontrôleur PIC :

Pour l'étude de la transmission des données par SMS, nous avons pensé utile d'exposer des généralités sur les PICs.

3.1. Généralité sur le PIC

Un PIC n'est rien d'autre qu'un microcontrôleur, c'est à dire une unité de traitement de l'information de type microprocesseur à laquelle des périphériques internes sont ajouté, permettant la réalisation des montages sans ajouter de composants annexes.

Un microcontrôleur est un composant programmable. Il regroupe dans un seul boîtier compact un processeur de calcul avec de la mémoire vive (RAM), de la mémoire permanente (FLASH, EEPROM), des ports d'entrée-sortie et même une horloge, bien que des bases de temps externes puissent être employées. Il en existe des dizaines de modèles.

3.1.1. Familles de PIC :

La société Microchip propose plusieurs familles de PIC :

- **PIC10** et **PIC12** : famille Base-Line, qui utilise des mots d'instructions de 12 bits, leur utilisation est réservée à des simples applications.
- **PIC16** : avec des mots d'instructions de 12 et 14 bits, elle est la famille la plus riche en matière de dérivés.
- **PIC18** : les PICs de cette famille sont assez semblables à ceux de la famille PIC16, mais ils sont optimisés pour la programmation en langage C, grâce à un plus grand nombre d'instructions assembleur (75 instructions environ).

Cette famille propose une multitude de dérivés intégrant l'USB, ETHERNET, le CAN, des canaux de MLI dédiés au contrôle moteur...etc.

- **PIC 24** : Ils offrent de bien meilleures performances grâce à leur architecture 16 bits, avec un grand nombre de périphériques.
- **PIC32** : Aujourd'hui, ils sont les produits les plus évolués de la gamme Microchip. Leur utilisation est réservée à des applications complexes et gourmandes en ressources
- **dsPIC** : En combinant architecture 16 bits, cœur de calcul DSP et périphériques plus performants et plus variés, le dsPIC est le choix idéal pour des applications complexes de contrôle, de traitement du signal, ...etc.

3.1.2. Identification d'un PIC :

Un PIC peut être identifié simplement par sa référence : NN L XX [-XX] :

- Les 2 premiers chiffres "NN" pour indiquer la famille du PIC (10, 12, 16, 18, 24, 32) ou dsPIC (30, 33).
- Une lettre "L" indiquant le type de mémoire de programme :
 - C indique que la mémoire programme est une EPROM ou plus rarement une EEPROM
 - CR pour indiquer une mémoire de type ROM
 - F pour une mémoire de type FLASH (effaçable électriquement).
 Un L peut être ajouté devant pour indiquer qu'il s'agit d'un modèle basse tension (exemple : 2 V à 5,5 V si LF — 4,2 V à 5,5 V si F).
- Un nombre de 2 à 4 chiffres XX: modèle du PIC au sein de la famille.
- [-XX] représente la fréquence d'horloge maximale.

Par exemple, le **PIC16F877-04** est un microcontrôleur de la famille PIC16 (Mid_Range), à mémoire flash (F), modèle 877 et fonctionne avec fréquence d'horloge jusqu'à 4 Mhz.

3.2. Architecture interne

Le schéma de la figure 3.2 présente les principaux blocs fonctionnels présents à l'intérieur d'un PIC. Nous les décrivons succinctement comme suit:

- **Mémoire Flash** : C'est une mémoire réinscriptible qui conserve ses données lorsque le PIC n'est pas alimenté. Elle est utilisée pour le stockage des programmes.
- **Mémoire RAM** : C'est une mémoire volatile (qui s'efface quand le PIC n'est plus alimenté).

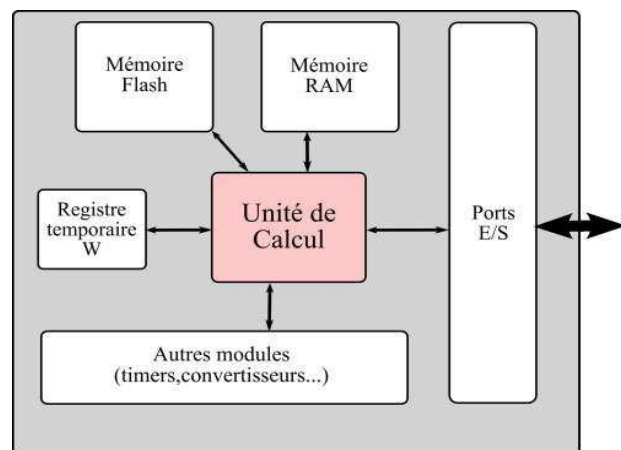


Figure 3.2 : Architecture interne d'un microcontrôleur PIC

Les variables utilisées au cours du programme sont stockées à cet endroit.

- **Unité de Calcul** : C'est le cœur du microcontrôleur, dans laquelle toutes les opérations se déroulent à une vitesse définie par la fréquence d'horloge
- **Registre temporaire W** : c'est le registre de travail noté W sur lequel travaille l'unité de calcul.
- **Ports E/S** : Ce sont les unités qui font le lien entre ce qui se passe à l'intérieur du PIC et l'extérieur.
- **Modules annexes** : Toutes les fonctions annexes (timers, comparateurs, convertisseurs analogiques/numériques ...) [7]

3.3. Horloges de PIC

Le PIC dispose de quatre types d'horloges :

- **LP** : pour horloge à quartz à basse vitesse ; LP est l'abréviation de Low Power car cette horloge est celle qui fait consommer le moins de courant au circuit en raison de sa lenteur.
- **XT** : pour horloge à quartz ou à résonateur céramique standard.
- **HS** : pour horloge à quartz ou résonateur céramique haute vitesse (HS pour High Speed).
- **RC** : pour horloge piloté par l'ensemble résistance – capacité ;

3.4. Principales caractéristiques du PIC choisi (PIC 16F877A)

- Ce PIC a un nombre important d'entrées sorties (33 E/S bidirectionnelles)
- Diversité d'interfaces de communication (UART, SPI, SCI...) ce qui le rend capable de communiquer avec n'importe quel ordinateur ou matériel ayant un port de communication.
- Taille de mémoire flash largement suffisante (8Ko).
- Taille de la RAM importante (368 octets).
- Fonctionnement avec des horloges allant jusqu'à 20Mhz.

3.5. Choix de l'horloge

Le PIC16F877 a besoin, comme tout autre microcontrôleur, d'une horloge interne ou externe. Comme l'horloge interne maximale de ce pic n'atteint que les 8 MHz, ce qui est relativement lent, un oscillateur externe doit être mis en place.

L'oscillateur que nous avons réalisé (circuit de la figure 3.3) est de type HS. Il s'agit d'un quartz de 20 MHz.

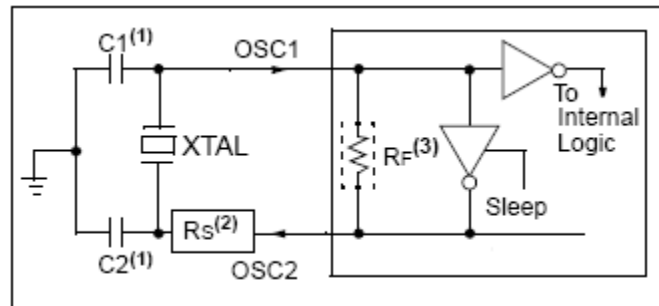


Figure 3.3 : Oscillateur à quartz

4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue l'architecture matérielle de notre système de surveillance et contrôle d'intrusion ainsi que les principales caractéristiques des composants qui vont le constituer et pour lesquels, nous avons justifié leur sélection.

Chapitre IV : Simulation et réalisation

1. Introduction

L'industrie électrique a connu un développement assez conséquent, tant sur le plan qualitatif que quantitatif ces vingt dernières années. Les composants électriques sont devenus plus performants, de faible gabarit et à faible coût de production, engendrant leur utilisation dans tous les secteurs de la vie économique et sociale, notamment dans le secteur industriel.

2. Simulation

L'objectif de la partie simulation est de simuler un montage électronique basé sur un microcontrôleur PIC16F877A compatible avec notre application, et d'avoir la possibilité d'interfacer le PIC avec le PC et avec le mobile. La simulation permet l'utilisation d'un téléphone mobile (avec modem GSM intégré) connecté au PC avec une liaison série. Dans ce chapitre nous allons présenter la production finale du circuit à réaliser.

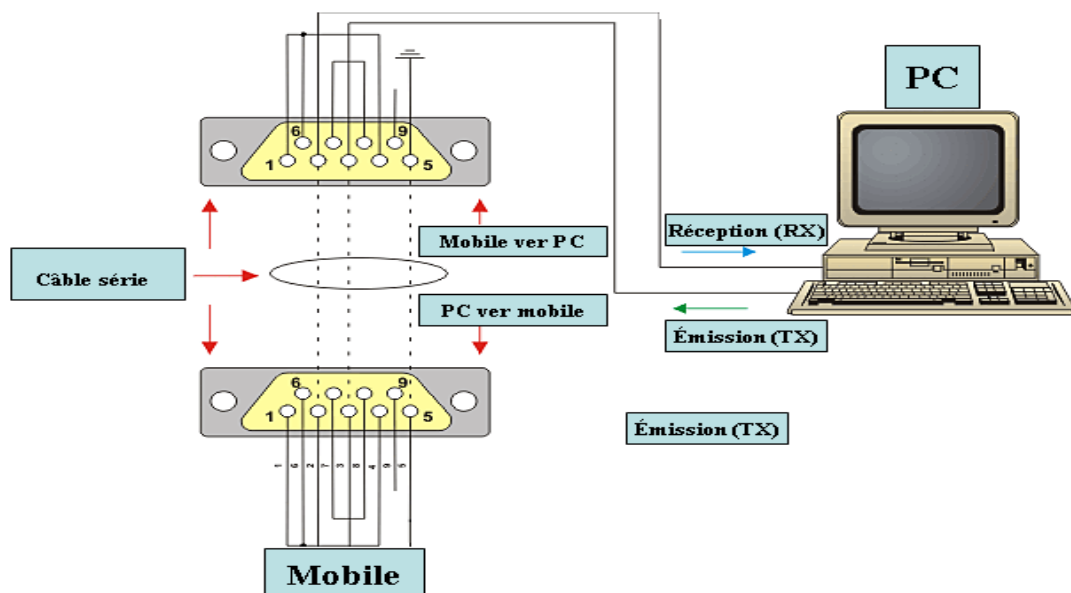


Figure 4.1 : Schéma de la simulation

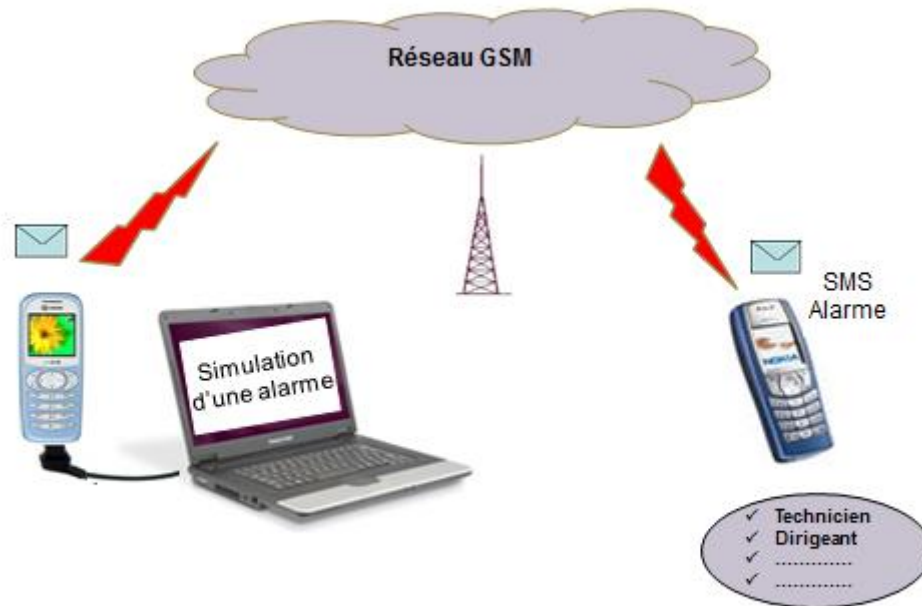


Figure 4.2 : Montage réel de la simulation

2.1. Liaison série

2.1.1 Avantages :

L'utilisation du port série présente de nombreux avantages non négligeables :

- Les périphériques peuvent être connectés ou déconnectés sans risque alors que l'ordinateur est sous tension.
- Les ports séries peuvent fournir un courant électrique suffisant (environ 10mA) pour alimenter des dispositifs élémentaires tels qu'une diode LED, etc.
- Tous les câbles data des mobiles portables sont des câbles séries ou bien USB (liaison série).
- Protocole de communication simple.

2.1.2 Présentation :

La liaison série aux normes RS 232 est utilisée dans tous les domaines de l'informatique (ex : ports de communication COM1 et COM2 des PC permettant la communication avec des périphériques tels que modem ou souris, etc.

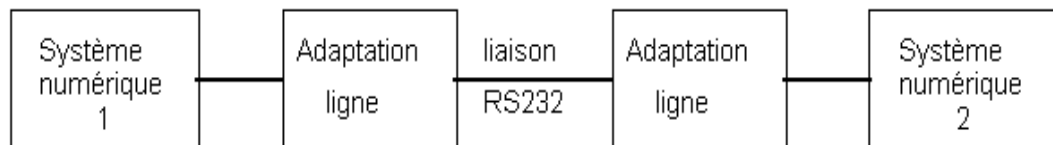


Figure 4.3 : Schéma fonctionnel de la liaison RS232

La transmission série de type asynchrone (c'est à dire qu'elle ne transmet pas de signal horloge) nécessite que 3 fils comportant les trames de données en émission Tx et en réception Rx et la masse commune GND (liaison simple ou full duplex).

L'adaptation des données se fait à l'aide d'un circuit adaptateur de ligne (ex : MAX232), qui transforme les niveaux logiques issus du système numérique en niveaux logiques compatibles avec les normes RS232 et vice versa.

Niveaux logiques avant adaptation	Niveaux logiques après adaptation
Niveau 'zéro' = 0 V	Niveau 'zéro' = +12 V
Niveau 'un' = 5 V	Niveau 'un' = -12 V

Table 4.1 : Niveaux logiques avant et après adaptation

2.1.3 Protocole de transmission :

Afin que les éléments communicants puissent se comprendre, il est nécessaire d'établir un protocole de transmission. Ce protocole doit être le même pour les deux éléments afin que la transmission fonctionne correctement.

Paramètres du protocole de transmission :

- ✓ **Longueur des mots** : 7 bits (ex : caractère ascii) ou 8 bits.
- ✓ **Vitesse de transmission** : en bauds (bits par seconde), différentes vitesses de transmission sont réglables: 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, etc.
- ✓ **Bit de parité** : le mot transmis peut être suivi ou non d'un bit de parité qui sert à vérifier les erreurs éventuelles de transmission. '0' si la somme des bits transmis de l'état 1 est paire, et '1' si la somme est impaire.
- ✓ **Bit start** : Ce bit permet de synchroniser l'horloge du récepteur.
- ✓ **Bit stop** : après la transmission, la ligne se met au repos pendant 1, 1.5 ou 2 périodes d'horloge selon le nombre de bits de stop.

2.1.4 Format des trames sur le port RS232 :

Le bit start apparaît en premier dans la trame puis les bits de données (poids faible en premier LSB), la parité éventuelle et le (les) bit(s) de stop.

La figure 4.4 montre la trame d'une transmission du caractère 'B' dont son codage ascii est '1000010' en parité paire, avec 2 bits de stop.

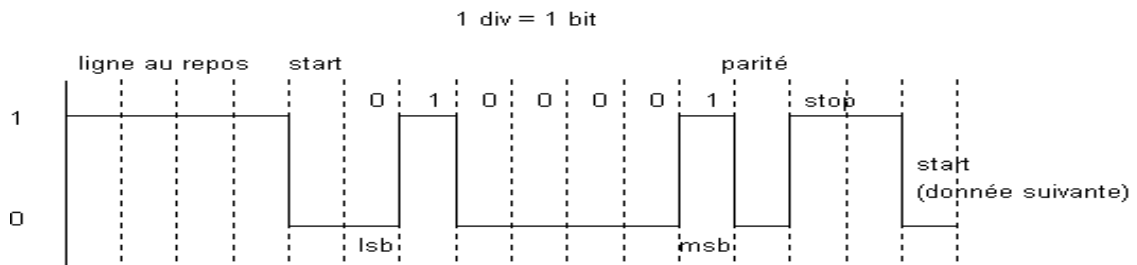


Figure 4.4 : Format d'une trame de transmission

2.2. Outils software utilisés pour la simulation

2.2.1 ISIS professionnel :

ISIS professionnel est un logiciel de simulation très complet permettant entre autres la création de schémas et la simulation électrique. Grâce à des modules additionnels, ISIS est également capable de simuler le comportement d'un microcontrôleur (PIC, Atmel, 8051, ARM, HC11...) et son interaction avec les composants qui l'entourent.

2.2.2 MikroC :

Pour programmer le PIC, nous avons utilisé le compilateur MikroC dont l'un de ces fichiers de sortie se trouve le fichier objet (.hex) qui sera flashé dans la mémoire Flash du PIC à l'aide d'un outil de flashage tel que IC-PROG ou PICKit.

2.3. Résultats de la simulation

2.3.1 Test du bon fonctionnement de la liaison PC-Mobile :

A l'aide d'un port série RS232 et le virtual terminal :

a. Paramètres du port série :

- Choix du port : exemple COM3
- Vitesse du port : 9600 bauds
- Bit de données : 8
- Parité : Aucun
- Bit d'arrêt : 1
- Contrôle du flux : Aucun

b. Paramétrage du virtual terminal :

Virtual Terminal est un terminal de communications qui peut avoir plusieurs utilisations. Il est possible d'établir des commandes AT vers le modem intégré du mobile, qui peuvent activer ou désactiver les fonctions du modem ou bien fournir des informations à l'utilisateur sur les conditions actuelles du modem et sur son installation, ainsi qu'offrir beaucoup d'autres options.

Pour le bon fonctionnement, il faut mettre les mêmes paramètres précédents pour le Virtual Terminal (cf. Figure 4.5).

The 'Edit Component' dialog box is shown with the following settings:

- Component Reference: P1
- Component Value: COMPIM
- VSM Model: COMPIM.DLL
- Physical port: COM3
- Physical Baud Rate: 9600
- Physical Data Bits: 8
- Physical Parity: NONE
- Virtual Baud Rate: 9600
- Virtual Data Bits: 8
- Virtual Parity: NONE
- Advanced Properties: Physical Stop Bits: 1
- Other Properties: (empty text area)
- Attach hierarchy module: ☐
- Edit all properties as text: ☐
- Buttons: OK, Help, Cancel

Figure 4.5 : Configuration des paramètres pour le port série

The 'Edit Component' dialog box is shown with the following settings:

- Component Reference: VT1
- Component Value: VTERM
- VSM Model: VTERM.DLL
- Baud Rate: 9600
- Data Bits: 8
- Parity: NONE
- Stop Bits: 1
- Send XON/XOFF: No
- Other Properties: (empty text area)
- Attach hierarchy module: ☐
- Edit all properties as text: ☐
- Buttons: OK, Cancel

Figure 4.6 : Configuration des paramètres pour le virtual terminal

c. Simulation à l'aide des commandes AT :

Après la configuration des paramètres du port et du virtual terminal nous passons maintenant au test de la communication PC-Mobile en utilisant les commandes AT.

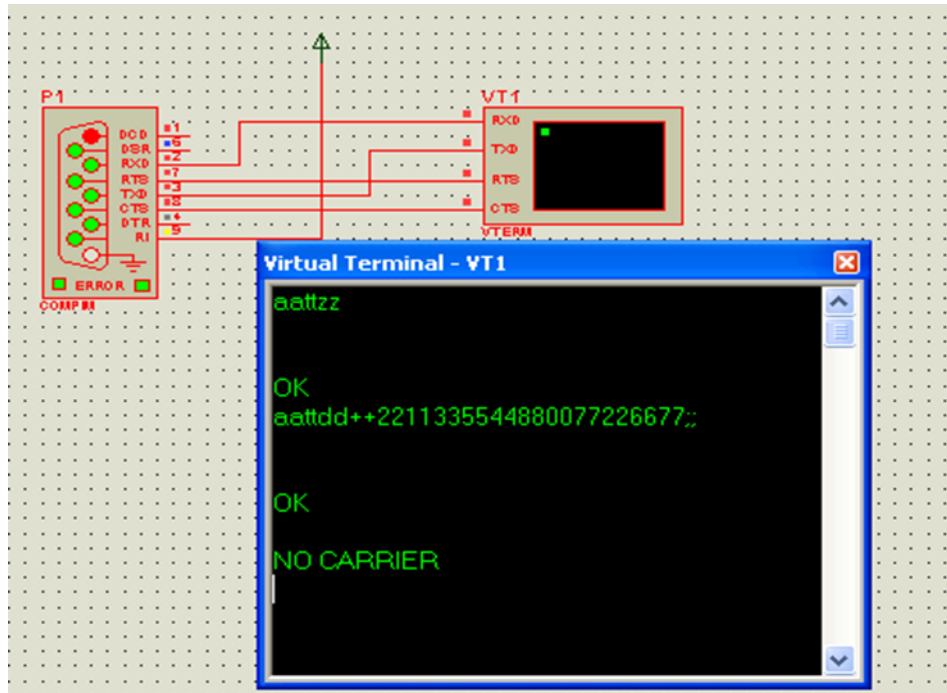


Figure 4.7 : Résultat de la communication

d. Autres exemples :

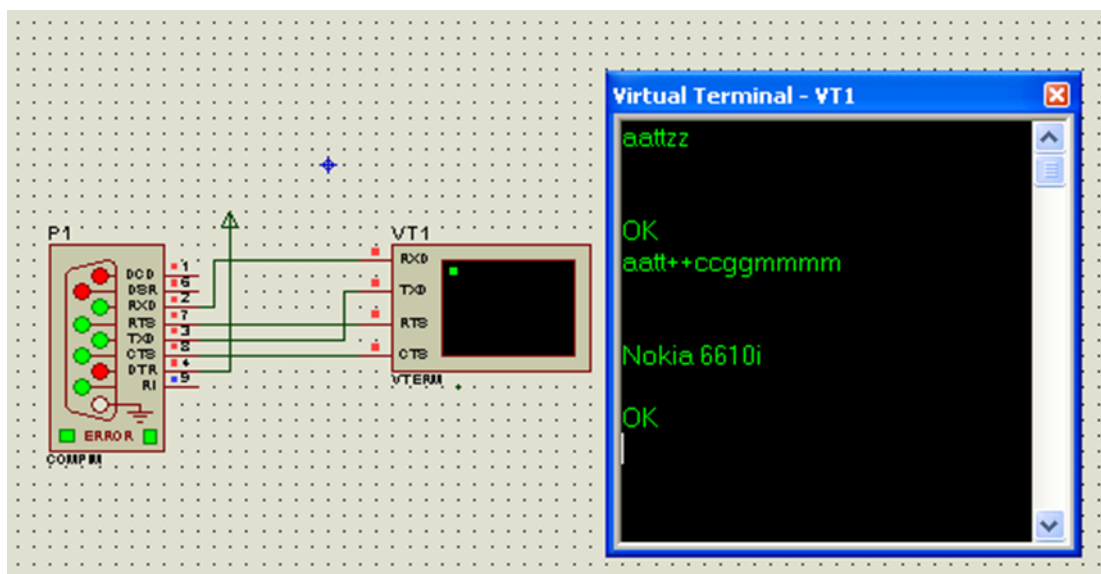


Figure 4.8 : Identification du fabricant

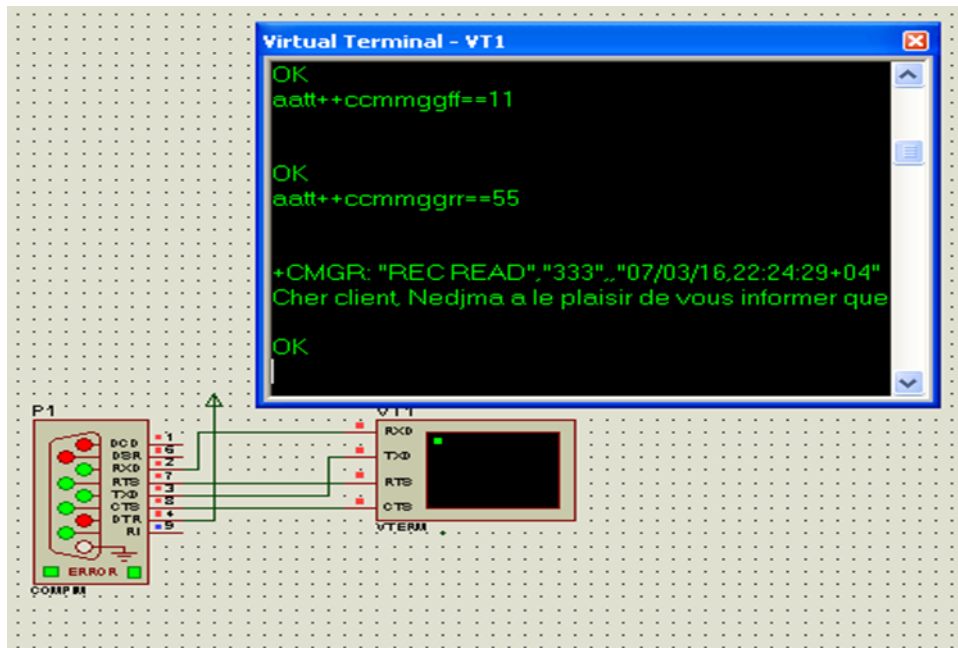


Figure 4.9 : Lecture du cinquième message en mode Texte

2.3.2 Utilisation du PIC16F877A :

A ce stade, nous ajoutons le pic16f877A au schéma précédent.

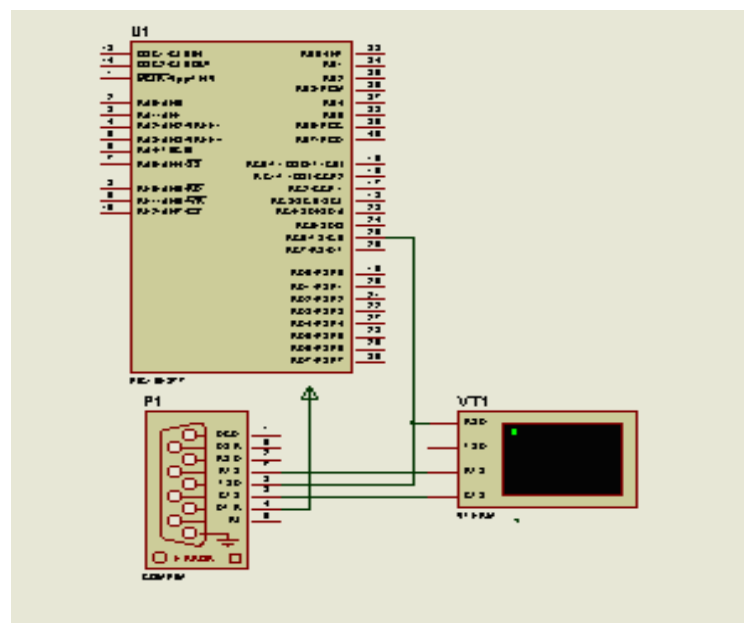


Figure 4.10 : Simulation en utilisant le PIC

2.3.3 Programmation du PIC :

En utilisant l'environnement MicroC, la programmation se fait en langage C. Le programme est représenté par son organigramme comme suit :

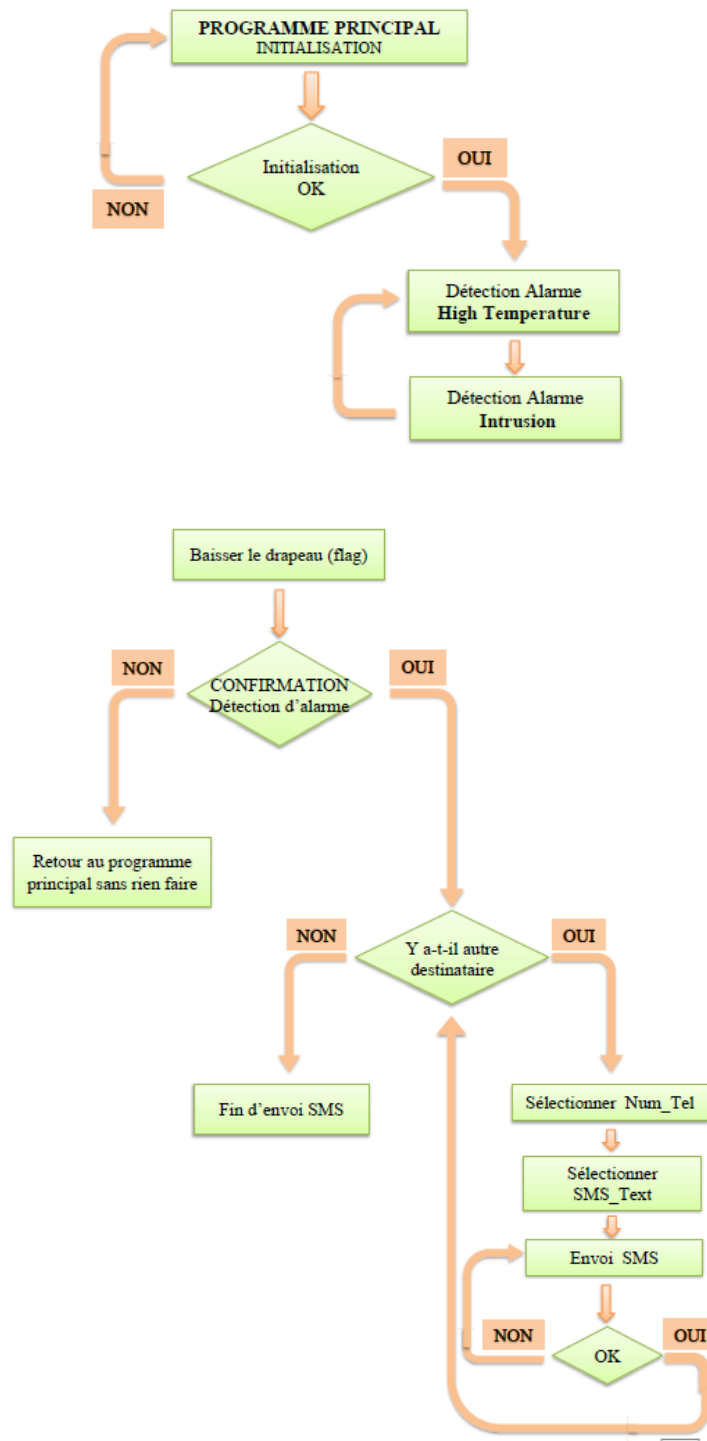


Figure 4.11 : Organigramme du programme

Avec ce programme, on a la possibilité d'envoyer une chaîne de caractères (commande AT) à l'aide de la commande «printf ()», sur la broche d'émission TX du pic (pin 25). Aussi, on a la possibilité de visualiser les commandes AT sur le virtual terminal après l'exécution.

3. Réalisation du circuit

Le but de cette réalisation est d'apporter une solution à un besoin de surveillance des alarmes déclenchées par deux détecteurs différents. L'envoi des alarmes est piloté par un système embarqué (basé sur un microcontrôleur PIC) et s'effectue à travers le réseau GSM sous forme de messages SMS via un téléphone mobile.

3.1. Principe de fonctionnement du circuit

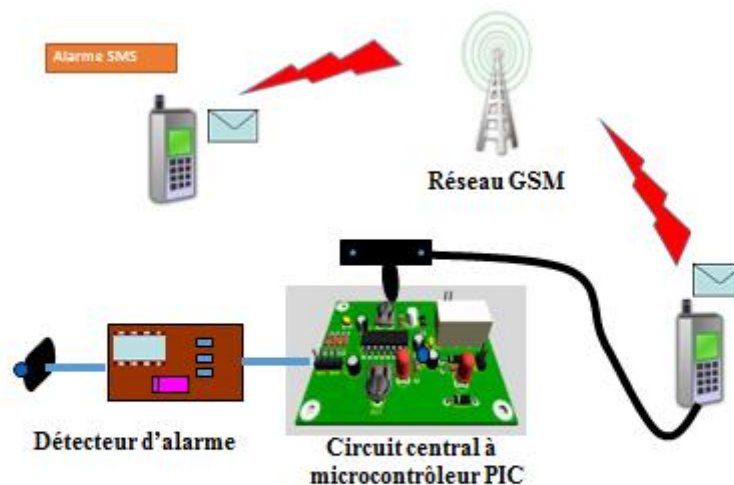


Figure 4.12 : Montage du circuit de réalisation

3.1.1 Horloge et alimentation :

La tension +5V présente sur la broche 11 du PIC est fourni par le régulateur 7805.

Pour qu'un PIC fonctionne correctement, il est nécessaire d'utiliser un signal d'horloge, son rôle est de cadencer tous les échanges aussi bien en interne (registre à registre) qu'à l'extérieur (registre vers un port d'entrée sortie).

Sur le PIC 16F877A nous pouvons réaliser le circuit d'horloge avec un quartz de 20MHz et deux capacités de 33PF (entre les PINs 13 et 14).

3.1.2 Emission (TX) / Réception (RX):

Après son alimentation, le PIC reste en attente jusqu'à ce que l'une des alarmes soit détectée pour qu'il puisse envoyer un signal TX vers le mobile (commande AT d'envoi SMS). Ce dernier doit répondre, à son tour, par un signal vers le PIC sur la broche RX (accusé de réception).

CONCLUSION

Dès l'aube de l'humanité, l'homme cherche toujours à se protéger et à protéger ses propriétés contre toute sorte de risque naturel ou humain. Nous nous sommes intéressés, à travers ce projet, à développer un outil permettant d'aider l'entreprise, pour laquelle nous travaillons, à protéger ses propriétés, notamment la station de radionavigation VOR/DME, contre l'excès de température et l'intrusion.

La méthode utilisée repose sur le fait de relier les capteurs à un module qui gère l'ensemble de ces détecteurs et déclenche, en fonction de la situation, une certaine signalisation d'alarme et agit convenablement à chaque événement détecté. La présence d'une liaison GSM permet au système d'informer le responsable sur son mobile et lui signaler l'alarme grâce à des messages SMS.

En matière de qualité et de prix, ce système assure une bonne performance par rapport à d'autres systèmes disponibles actuellement sur le marché.

En perspective, ce système reste toujours extensible afin de:

- Intégrer d'autres alarmes telles que les alarmes système (système de radionavigation de la station).
- Recevoir des commandes marche et arrêt du système par SMS.
- Enrichir la liste des destinataires à informer.
- Améliorer la configuration et le paramétrage du système par la mise en place des dispositifs d'E/S tel qu'un clavier et afficheur LCD.
- Connecter le système avec internet.

Annexes

Annexe A : Commandes AT

Annexe B : Microcontrôleur PIC16f877

Annexe C : Circuit convertisseur MAX 232

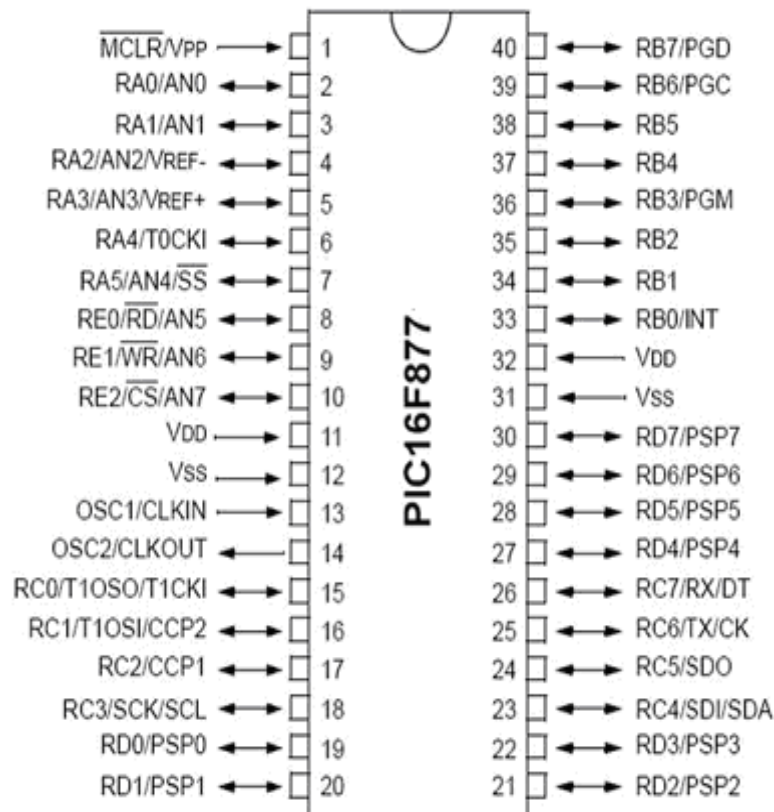
Annexe A : Commandes AT

Commande	Description
ATA	répondre à un appel entrant
ATD<num>;	composer <num> en mode voix
ATDP	(cf ATD)
ATDT	(cf ATD)
ATI[<num>]	Sagem myx5 GPRS
ATZ	Reset
AT&K<val>	Contrôle de flux
AT+CBST=?<speed>,<name>,<ce>	AT+CBST? paramètre courant valeurs pour <speed>: 0 = sélection automatique 4 = 2400 bps V.22bis 6 = 4800 bps V.32 7 = 9600 bps V.32 68 = 2400 bps V.110 70 = 4800 bps V.110 71 = 9600 bps V.110 valeurs pour <name>: 0 = circuit asynchrone valeurs pour <ce>: 0 = transparent 1 = non transparent
AT+CDIS	Contrôle d'affichage
AT+CGMI	Identification fabricant retourne "+CGMI: SAGEM".
AT+CGMM	Identification modèle Retourne "+CGMM: M9XX".
AT+CGMR	Identification de version retourne "+CGMR: SAGEM FW4,1E".
AT+CGSN	Identification numéro de série (IMEI)
AT+CIMI	Information d'identité internationale du mobile (IMSI)
AT+CIND=<battchg>,<signal>,<service>,<call>	Indicateurs (AT+CIND? valeurs courantes) (AT+CIND=? valeurs possibles) valeurs pour <battchg> 0 = batterie vide... 5 = batterie pleine valeurs pour <signal> 0 = pas de signal ... 5 = signal fort

	valeurs pour <service> 0 = pas d'opérateur 1 = opérateur disponible valeurs pour <call> 0 = pas d'appel en cours 1 = appel en cours
AT+CKPD="<keys>"[,<time>[,<pause>]]	Contrôle du clavier (AT+CKPD=? liste des touches autorisées) valeurs pour <keys>: chaînes fonoires des caractères suivants : 0 .. 9,#,* : boutons 0 .. 9,#,* C = Efface l'affichage D = volume moins E = fin de connexion M = Menu O = extinction du téléphone S = début de connexion U = volume plus V = flèche vers le bas Y = efface le dernier caractère Z = Ok ^ = flèche vers le haut <time> et <pause>: temps de maintien de l'appui sur les boutons et de la pause entre les appuis : 0 .. 255 ms
AT+CLAC	Liste des commandes AT disponibles
AT+CNUM	Mon numéro : retourne l'entrée de l'annuaire pour "mon numéro"
AT+COPN	Lit les noms d'opérateurs
AT+CPAS	Statut d'activité du téléphone (AT+CPAS=? paramètres possibles) paramètre courant donne par "+CPAS: <pas>" valeurs pour <pas>: 0 = téléphone prêt 4 = appel en cours
AT+CPIN="<pin>"[, "<new_pin>"]	Entre le code PIN
AT+CPIN? etat courant	+CPIN: READY = pas de PIN requis +CPIN: SIM PIN,PIN2,PUK,PUK2,... = pin requis
AT+CPOF	Extinction téléphone
AT+CPWD="<type>","<old>","<new>"	Changement de mot de passe
AT+CPWD=?	valeurs autorisées pour <type> et longueur max:

	P2 = SIM pin 2, max. 8 digits SC = SIM password, max. 8 digits
AT+CNMI=<mode>,<mt>,<bm>,<ds>,<bfr>	Indication de nouveaux messages au TE (AT+CNMI? paramètre courant) valeurs pour <mode>: 1 = pas d'identification si le port serie est utilise value for <mt>: 1 = renvoie l'emplacement mémoire des nouveaux sms value for <bm>: 0 = pas d'indication de messages cb value for <ds>: 0 = pas de rapport sur le statut sms value for <bfr>: 0 = efface le buffer lors d'un nouveau <mode>
AT+CMGD	Supprime le message
AT+CMGF	Format du message
AT+CMGL=1	Liste des messages
AT+CMGR	Lit le message
AT+CMGS	Envoie le message
AT+CMGW	Ecrit le message dans la mémoire
AT+CMSS	Envoie le message depuis la mémoire
AT+CPMS	Stockage du message préfère
AT+CSCA	Adresse du centre de service
AT+CSMP	Définit les paramètres du mode texte

Annexe B : Microcontrôleur PIC16f877



PIC16F877: Brochage

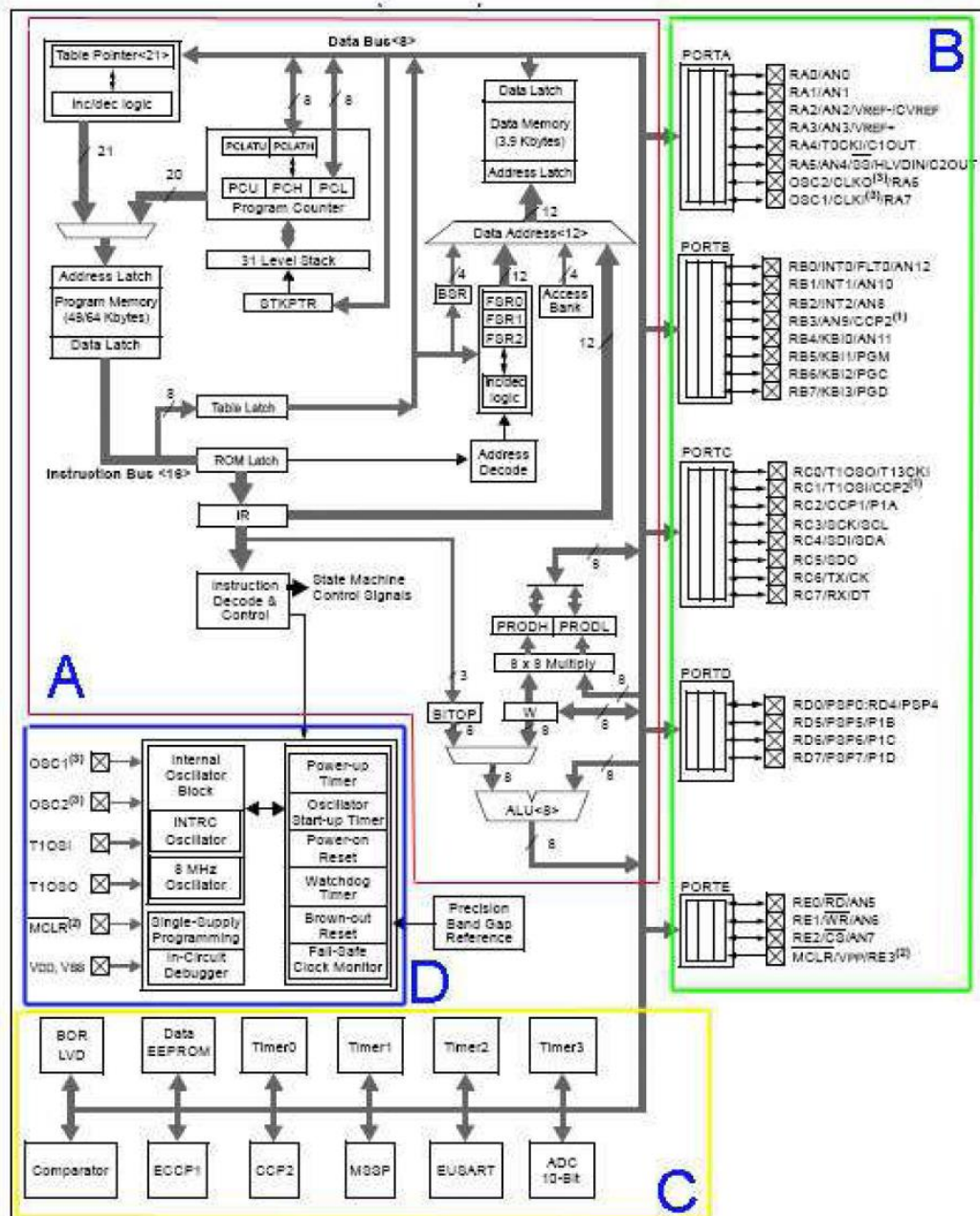
Le schéma-bloc ci-après est constitué de quatre blocs principaux :

Bloc A : représente le cœur du microcontrôleur, il comporte l'unité arithmétique et logique, le pointeur, les mémoires ROM et RAM et les mémoires d'adresse, ainsi que le décodeur d'instructions et de contrôle ; c'est dans ce bloc que se font les opérations arithmétiques et logiques.

Bloc B : les ports d'entrées/sorties du microcontrôleur référencés de A à E se trouvent dans ce bloc. Chacun de ces ports renferme huit pattes à l'exception des ports D et E qui en contiennent seulement quatre. Par défaut, ces ports sont utilisés comme étant des entrées/sorties pour le microcontrôleur. Pour les utiliser pour les interfaçages des USART, SPI, I2C..., une configuration interne du microcontrôleur est nécessaire.

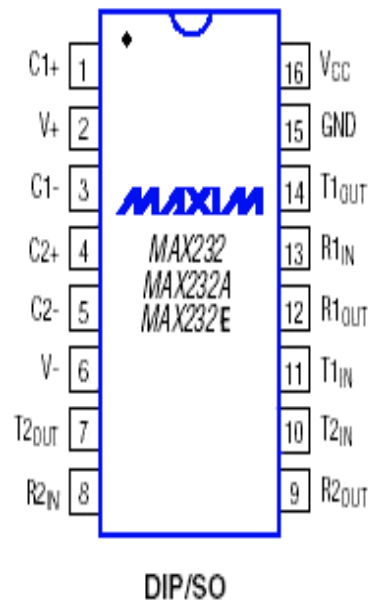
Bloc C: renferme toutes les interfaces qu'on peut appliquer au microcontrôleur par une simple configuration du microcontrôleur.

Bloc D: comprend les oscillateurs internes du microcontrôleur, le chien de garde (Watchdog), le Reset, la minuterie...



PIC16F877: Schéma-bloc

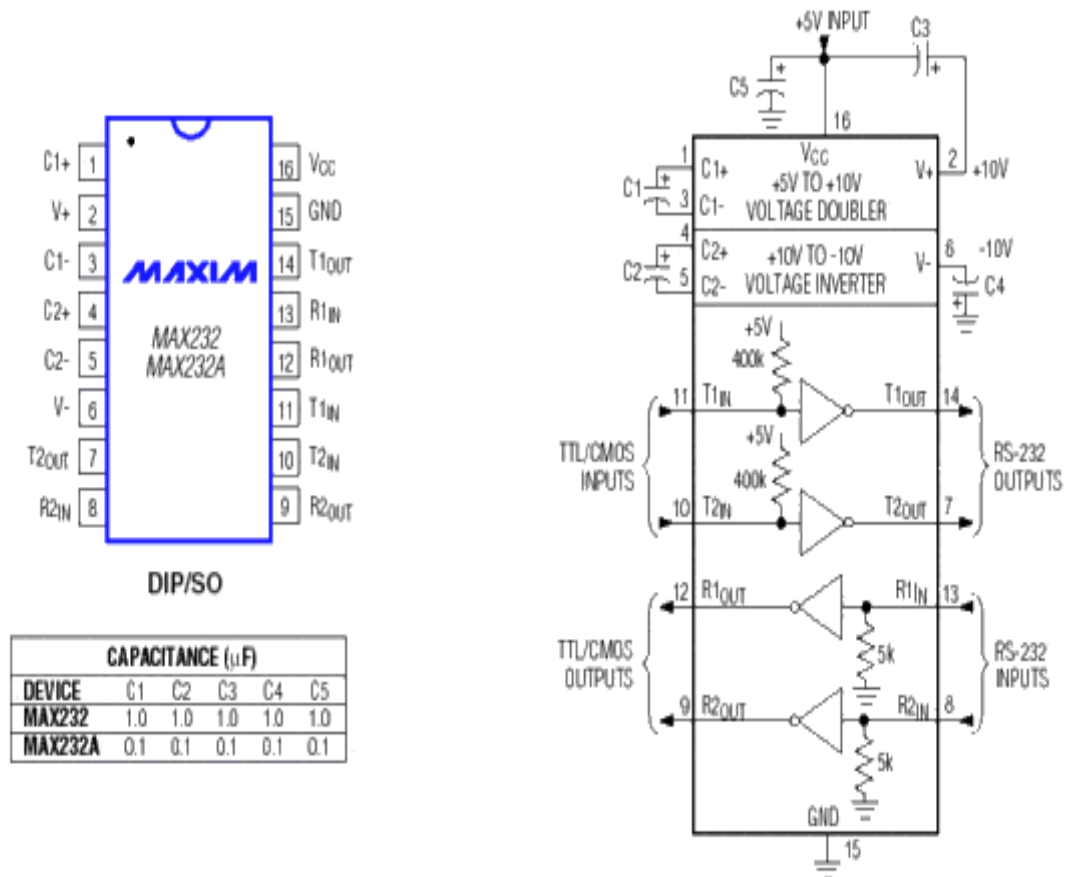
Annexe C : Circuit convertisseur MAX 232



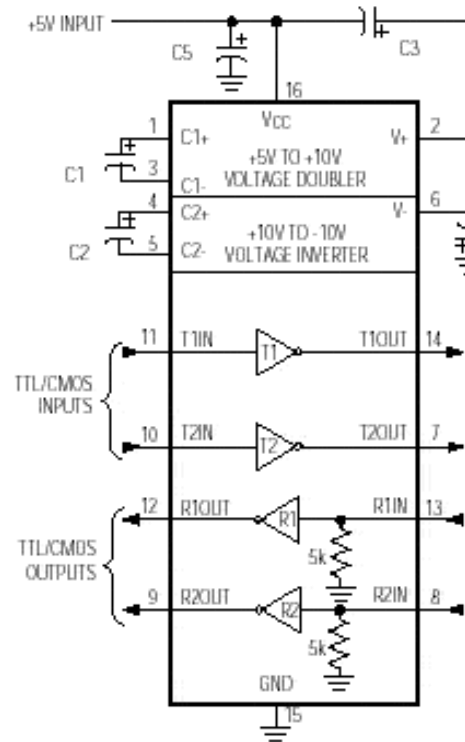
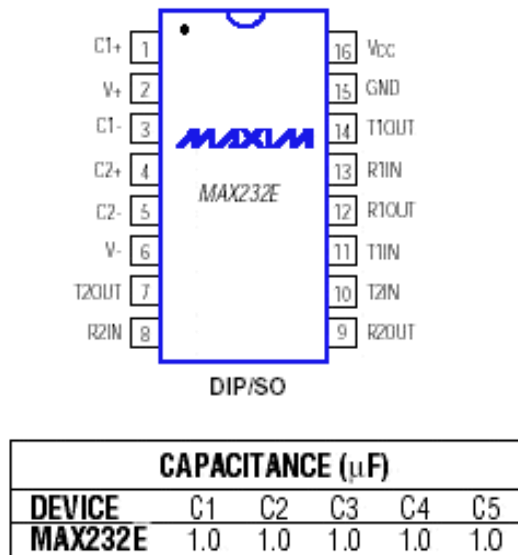
MAX232: Brochage

Le MAX232 est un composant créé par MAXIM que l'on trouve sous d'autres références chez d'autres fabricants. Il sert d'interface entre une liaison série TTL (0-5V) et une liaison série RS232 (+12 -12V) et ce avec une simple alimentation 5V.

Il existe aujourd'hui un grand nombre de versions, non décrites ici mais que vous trouverez dans le datasheet de Maxim. Sa consommation est plus faible, son débit admissible à augmenter, il est mieux protégé, plus fiable et il est fabriqué avec des boîtiers de tous types. Mais surtout, les condensateurs externes ont aujourd'hui des valeurs de capacité plus faible jusqu'à 0.1 μ F au lieu des 10 ou 47 μ F d'autrefois. Certaines versions se passent même de condensateur. Nous présentons la série des MAX232, MAX232A et MAX232E.

MAX232 et MAX 232A :

Le MAX232 et MAX232A sont assez proches en termes de caractéristiques électriques et se distinguent surtout par la valeur des condensateurs externes différente et un débit plus faible pour le MAX232 (Figure 5.4.2). Le câblage est assez simple et nous disposons de 2 drivers dans un sens et 2 dans l'autre, de quoi connecter RxD, TxD et RTS et CTS de la liaison RS232. Ce circuit convient donc dans la majorité des cas.

MAX232E :

Le MAX232E est compatible broche à broche avec les deux autres. Ses caractéristiques électriques sont sensiblement identiques avec le MAX232 mais il est extrêmement bien protégé des "ElectroStatic Discharge (**ESD**) shocks" (décharges électrostatiques) et ce pour $\pm 15\text{kV}$. Fonctionnement garanti et protection maximum.

Bibliographie

- [1] <http://www.bienacheterbienrenover.fr/les-fiches-qualite/securite/securite-intrusion/les-systemes-anti-intrusion.html>
- [2] <http://www.abcclim.net/thermostat.html>
- [3] X. Lagrange, P. Godlewski, et S. Tabbane. (troisième Edition, 1997) « *Réseaux GSM-DCS*. Hermès ».
- [4] Joachim Tisal. (3ème édition 1999). « Le réseau GSM. L'évolution GPRS : une étape vers UMTS » France.
- [5] G. Heine. (Dec 1998). “*GSM networks: protocols, terminology, and implementation.*” Artech House. London.
- [6] C. DEMOULIN, M. VAN DROOGENBROECK. “ Principes de base du fonctionnement du réseau GSM ». Revue de l'AIM, pages 3–18, N04, 2004.
- [7] PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023A), Microchip
- [8] MikroElektronika software and hardware solution for embedded World “mikroC PRO FOR PIC”
- [9] Peteman, J.B. (1997), « Design with PIC microcontrollers », Prentice HALL upper saddle river NJ07458
- [10] Hall, Douglas V. (1999). « Microprocessors and Interfacing Programming and hardware », New Delhi: Tata McGraw Hill.